



Bodenerosion durch Wind

– Entstehen, Prozess, Auftreten, Schäden, Schutzmaßnahmen –

Winderosion ist der Abtrag und die Verfrachtung von Lockermaterial des Bodens durch Wind als Transportmittel über mehr oder weniger große Entfernungen in Abhängigkeit von seiner Korngröße (Mineralbestandteile) und seinem spezifischen Gewicht (organische Materialien). Neben der Bodenerosion durch Wasser ist sie die zweite wichtige Form der Bodenerosion. Aufgrund ihrer im Gegensatz zur Wassererosion weniger deutlichen Ausprägung wird ihre Wirkung auf die Bodenverlagerung immer wieder unterschätzt.

Die Berechnungen des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie MV (LUNG) weisen abweichend von den CC-Regelungen (siehe Fachinformation BS-CC-09-01) für MV auf 35 % der Böden eine mittlere und für 25 % der Böden eine starke potenzielle Winderosionsgefährdung aus.

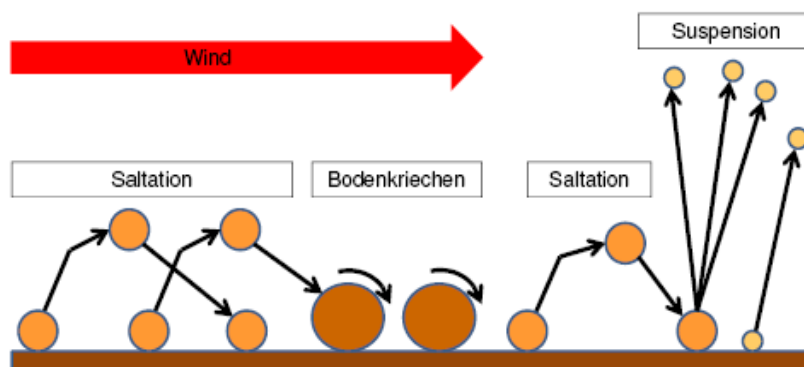
Die Winderosion tritt vor allem auf ausgetrockneten, vegetationsfreien bzw. vegetationsarmen Standorten auf, deren oberste Bodenschicht aus Sand- und Schluffkörnern oder Aggregaten mit ungünstigem Gefügestand besteht. Bei der Winderosion wird feines und meist fruchtbares und chemisch aktives Material aus dem Bodenverbund ausgeblasen. Je größer die Windgeschwindigkeit, desto größer sind die verwehten Bodenbestandteile und desto größere Bodenmassen werden verweht.

Vorgänge der Verwehung lassen sich nach dem zeitlichen Ablauf von Deflation (Abtragung), Transport und Akkumulation (Auftrag) sowie nach der Korngrößenabhängigen Transportart (Bodenkriechen, Saltation und Suspension) gliedern.

Prozess der Winderosion

Tritt Wind mit mehr als 6 - 8 m/sec (in 10 m Höhe) über gefährdeten Bodenoberflächen auf, die ca. 2 - 3 mm ausgetrocknet sind, werden Bodenteilchen an der Bodenoberfläche bewegt oder aus der Bodenoberfläche herausgelöst. Das Herauslösen der Bodenteilchen ist dabei Korngrößenabhängig. Bodenteilchen mit einer Korngröße von 0,1 bis 0,3 mm Durchmesser werden dabei zuerst in Bewegung versetzt. Der Auswehungsprozess beginnt an der Luvseite des Feldes mit Saltation und Abrasion.

Bodenteile mit einer Größe von 0,05 - 0,5 mm bewegen sich bei ausreichender Windstärke springend in flach gestreckten Kurvenbahnen vorwärts (**Prozess der Saltation**), d.h. sie werden durch den Winddruck aus dem Boden herausgelöst, in die Luft gerissen und stürzen nach einigen Dezimetern wieder auf den Boden, wo sie weitere Bodenteile herausbombardieren oder in rollende Bewegungen versetzen. Zunächst nicht erodierbare Bodenaggregate und Krusten werden bei der Bodensaltation zerstört und damit zur Quelle weiterer erodierbarer Teilchen. Dieser Vorgang wird als **Abrasion** bezeichnet. Durch Saltation transportierte Bodenteile können in Abhängigkeit von der Windstärke und der Winddauer auf der betroffenen Ackerfläche



verbleiben oder in angrenzende Areale verweht werden. Als Folge der Saltation entstehen in der Regel hinter Barrieren als Folge der abgeschwächten Wirkung des Windes Dünen. Die durch Saltation erodierten Bodenteile können einen Anteil von 50 - 90 % an der Winderosion haben.

Die größeren Bodenteile (0,5 - 1 mm) bewegen sich vor allem rollend auf der Bodenoberfläche (**Prozess des Bodenkriechens**) weil sie zu schwer sind, um in die Höhe gerissen zu

werden. Sie werden vor allem von den durch Saltation bewegten Sandkörnern angestoßen und zum Rollen gebracht. Der Anteil des Bodenkriechens an der Winderosion kann einen Umfang von 5 - 25 % erreichen. Beim Bodenkriechen reicht die Transportweite nur wenige Meter und endet in der Regel in der nächsten Drillreihe, einer Ackerfurche bzw. am Mulchmaterial oder hinter dem vorhandenen Aufwuchs.

Durch den Aufprall saltierender Körner oder Turbulenzen der Luftströme werden auch feine Bodenteilchen (< 100 µm) aus dem Bodenverbund herausgelöst bzw. emporgehoben, in den Luftstrom gerissen und aufgrund ihrer geringen Größe als Staub in der Luft „gelöst“ (**Prozess der Suspension**). Diese gelösten Bodenteilchen schweben in der Luft in sehr große Höhen, werden über sehr weite Strecken verfrachtet und mit Sicherheit außerhalb der betroffenen Flächen abgelagert.

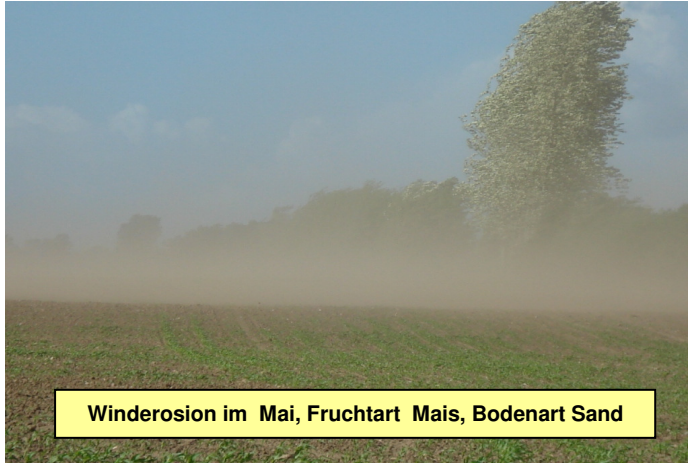


Standorte mit Winderosionsgefahr

Der Umfang und die Intensität der Winderosion hängen von den nachfolgenden Faktorengruppen ab:

- Erosivität der Witterung,
- Eigenschaften des Standortes,
- Nutzungscharakteristik der Fläche.

Die **Erosivität der Witterung** wird vor allem von der Stärke und Dauer der Windeinwirkung bestimmt. Daneben spielt die Austrocknung der Bodenoberfläche, die durch das Verhältnis von Niederschlag, Luftfeuchtigkeit und Verdunstung bestimmt wird, eine für die Winderosion entscheidende Rolle.



Winderosion unter den Bedingungen von MV ist ab Windstärke 4 zu beobachten und ab Windstärke 5 nicht zu übersehen

Zu den **Standorteigenschaften**, die Einfluss auf den Grad der Winderosion haben, gehören die Windoffenheit oder Rauigkeit des Geländes, die Bodenqualität, die Wasserhaltefähigkeit des Bodens und die langjährige Nutzung (Acker- bzw. Grünland) des Standortes.

Eine starke Rauigkeit des Geländes aufgrund vorhandener Vegetation (Hecken, Wald), Kuppigkeit des Geländes oder Bebauung wirkt stark reduzierend auf die Erosivität von Winden. Große Schlaglängen in Hauptwindrichtung bzw. stark ausgeräumte Agrarlandschaften ohne li-

nienhafte Rauigkeit durch Hecken- und Baumreihen quer zur Hauptwindrichtung begünstigen Winderosionsereignisse.

Sandige Böden mit hohem Feinsand- und geringem Grobskelettanteil sowie Anmoore und degradierte Niedermoore sind besonders verwehungsgefährdet.

Kommt auf diesen Standorten eine geringe Wasserhaltefähigkeit bzw. ein abgesenkter Grundwasserstand hinzu, so dass die Böden sehr schnell oberflächlich abtrocknen, steigt die Winderosionsanfälligkeit deutlich.

Erosive Windgeschwindigkeiten und leichte ausgetrocknete Böden treffen in den östlichen und südlichen Landkreisen wesentlich häufiger zusammen als in den mittleren und Küstengebieten des Landes.

Die Anfälligkeit von Böden gegenüber Winderosion reduziert sich ab 0,6 mm Partikel- bzw. Aggregatgröße deutlich. Stabile Bodenaggregate dieser Größe bzw. feste Bodenstrukturen werden vor allem durch hohe Feinbodenanteile, ausreichende Gehalte an organischer Substanz sowie optimale Boden-pH-Werte erreicht.

Neben den Standorteigenschaften spielt die aktuelle **Nutzung der Fläche** sowohl bei der Wasser- als auch der Winderosion eine entscheidende Rolle. Eine ausreichende Bodenbedeckung durch Pflanzen oder mit Mulchmaterial, eine hohe Rauigkeit der Ackerkrume und Stabilität der Bodenaggregate reduziert bzw. verhindert die Winderosion ebenso wie ein feuchter Boden.

Besonders erosionsgefährdet sind ausgedehnte Ackerflächen in konventioneller Bearbeitung mit dem Pflug im Zeitraum nach der Saatbettbereitung bis zum Aufwuchs einer schützenden Pflanzendecke. Auf Niedermoorgrünland besteht die Gefahr der Winderosion bei starker Degradierung der obersten Bodenschicht (Vermüllung).

Reihenkulturen gehören wegen ihrer relativ kurzen Vegetationszeit, ihrer langsamen Jugendentwicklung und ihrer unvollständigen Bodenbedeckung zu den erosionsanfälligsten Fruchtarten, da in ihrer Jugendphase eine ungenügende vegetative Entwicklung mit der höchsten zeitlichen Erosivität des Klimas zusammenfallen.

Zeiträume mit Winderosionsgefahr

Unter den Bedingungen von MV können Winderosionsereignisse insbesondere bei anhaltenden Hochdruckwetterlage im Winter, wenn nicht bestellte Ackerflächen ausgetrocknet sind, sowie im Frühjahr oder nach der Getreide- und Rapsbestellung u. a. auf frisch bestellten, oberflächlich abgetrockneten Ackerflächen ohne ausreichenden Pflanzenbestand oder Mulchabdeckung auftreten. Gefährdet sind insbesondere im April bzw. Mai bestellte Mais- und Zuckerrübenflächen mit einem feinkörnigen Saatbett, aber auch spät bestellte Sommergetreideflächen bzw. feinkrümelig bearbeitete Flächen nach der Rapsaussaat.



Schäden durch Winderosion

Winderosion ist ein sortierender Vorgang, der feines und meist fruchtbares Material aus dem Bodenverbund ausbläst. Der Abtransport von Bodenmaterial führt nicht nur zur Abnahme der Bodenfruchtbarkeit, sondern belastet die Landschaft durch Stoffakkumulationen an oder in sensiblen Ökosystemen.

Abtragsbereich (Auswehungsbereich) auf der Ackerfläche

Im Abtragsbereich ist mit folgenden Auswirkungen zu rechnen:

- Verlagerung von Bodenpartikeln und daran gebundener Nährstoffe
- Strukturverschlechterung durch Verlust von Ton- und Schluff-Fractionen
- Verkürzung des Pflughorizontes
- Erhöhung der Bodenerodierbarkeit durch Verarmung an Humus und Feinbodenteilchen
- Verlagerung bzw. Verfrachtung von Saatgut, Nährstoffen und Pflanzenschutzwirkstoffen
- Beeinträchtigung der Bodenfunktionen (z. B. Filter, Puffer und Speicher)
- Verletzung und Entwurzelung von Pflanzen z. B. durch Windschliff
- Mehrkosten für zusätzliche Düngergaben zum Ausgleich von ausgewehten Nährstoffen

Akkumulationsbereich auf der Ackerfläche

Die Auswirkungen für den Akkumulationsbereich sind differenziert zu sehen. Räumlich abgrenzbar sind nur die Bereiche des durch Saltation transportierten Sandes oder der transportierten Ernterückstände (z. B. Strohräste) und organischen Substanz, während die feineren per Suspension transportierten Bodenbestandteile diffus über die Landschaft verteilt werden. Die in Suspension bewegten Bodenpartikel werden erst in stärker windberuhigten Landschaftsteilen aus dem Luftstrom ausgefällt. Kritisch ist dies z. B. auf Magerrasen und Hochmooren zu sehen, die gegenüber Nährstoffeinträgen sensibel reagieren, weil dadurch der ohnehin schon über Niederschläge und Deposition erfolgende Nährstoffeintrag verstärkt wird.



Folgen der Winderosion im Akkumulationsbereich sind:

- Strukturverschlechterung durch Sandablagerungen,
- Aufkonzentration von Nährstoffen und Pflanzenschutzwirkstoffen,
- Abdeckung von Pflanzen mit Sedimenten,
- Absterben von überdeckten Pflanzen,
- verzögerter Pflanzenaufgang, eingeschränktes Wachstum,
- nachhaltiges Absinken des Ertragspotenzials durch Sandanreicherung,
- Verschmutzung von Verkehrswegen, Siedlungsflächen, Gräben, Oberflächengewässern,
- Räumungskosten für Sandablagerungen in Gräben.

Akkumulationsbereich in angrenzenden Biotopen

Kleine Bodenteile, die per Suspension in der Luft sehr weit getragen werden, aber auch mittlere Bodenteile können aus dem Bereich eines Schlages in angrenzende Gräben oder Biotope ausgetragen werden. Mit ihrer Ablagerung in entfernte bzw. angrenzende Biotope, Hecken und Wälder kommt es zu einer Akkumulation von verwehtem Boden, gedüngten Nährstoffen aber auch von Wirkstoffen aus Pflanzenschutzmitteln in den Ablagerungsbereichen.



Diese bewirken z. B.:

- mechanische Schäden an den Pflanzen in den Feldhecken und Waldrändern bzw. angrenzenden Biotopen durch Windschliff
- Eutrophierungen durch Einträge von Nährstoffen in den Boden
- Sukzession von nährstoffphoben Pflanzen durch nährstoffliebende Pflanzenarten
- Wachstumsstörungen durch herbizide Wirkstoffe
- Schäden an Nutzinsekten durch Insektizidwirkung
- Trübung und Eutrophierung von Gewässern

Winderosionsmindernde Maßnahmen

Im Vergleich zur Wassererosion tritt die Winderosion weniger spektakulär auf, hat in MV aber eine größere Relevanz als diese und wird aufgrund ihrer geringen optischen Wirkung oft unterschätzt. Die Anwendung von winderosionsmindernden Maßnahmen auf gefährdeten Standorten ist immer unter dem Blickwinkel der „guten fachlichen Praxis“ der Landbewirtschaftung zu sehen und sollte Bestandteil des acker- und pflanzenbaulichen Handelns jedes Landwirtes sein.

Ziel aller erosionsmindernden Maßnahmen muss es sein, jegliche Form von Bodenabtrag bzw. -verlagerung von landwirtschaftlichen Flächen zu verhindern, um die Fruchtbarkeit und damit ein hohes Ertragspotential der Böden zu erhalten.

Winderosionsmindernde Maßnahmen des Acker- und Pflanzenbaus sowie der Flurgestaltung müssen auf folgende Ziele ausgerichtet werden:

- Erhöhung der räumlichen und zeitlichen Bodenbedeckung,
- Erhalt bzw. Schaffung einer erosionsmindernden Bodenstruktur,
- Reduktion der erosionswirksamen Kraft des Windes.

Einfluss der Bodenbedeckung auf die Winderosion <small>Quelle: FRIELINGHAUS u.a. (1999)</small>		
Bodenbedeckung %	Pflanzenrückstände t/ha TM	Auftreten von Bodenabtrag %
0	0	100
> 25 bis ca. 30	0,5	15
> 30 bis ca. 50	2	3
> 50 bis ca. 70	4	< 1

Die umzusetzenden Maßnahmen können dabei kurzfristig beim Anbau einer Kultur, mittelfristig durch Anpassung der Fruchtfolge oder langfristig durch Anpflanzung von Windschutzstreifen umgesetzt werden. Eine gleichmäßig verteilte Bedeckung der Bodenoberfläche mit mehr als 50 % mit Pflanzen und Pflanzenresten ist in einer ausgeräumten Agrarlandschaft, wie sie in MV vielfach vorhanden ist, der wirksamste Schutz vor Winderosion.

Zeitliche und räumliche Erhöhung der schützenden Bodenbedeckung

- Auswahl von Fruchtarten mit geringen vegetationslosen Brachezeiten
- Auswahl von Fruchtarten mit einem schnellen Feldaufgang und einem zügigen Bestandesschluss
- Zwischenfruchtanbau und Anbau von Untersaaten zur Sicherung einer durchgehenden Bodenbedeckung
- Mulch- bzw. Direktsaat zum Erhalt der Vegetations- bzw. Ernterestdecke
- Verzicht auf Stoppelsturz in erosionsgefährdeten Zeiträumen
- Nutzung der Strip-Till-Technologie vor allem bei der Maisbestellung



Erhalt bzw. Schaffung einer erosionsmindernden Bodenstruktur und stabiler Bodenaggregate

- Mulch- bzw. Direktsaat zum Erhalt einer rauen Oberflächenstruktur und zur Herabsetzung der Verdunstung
- Verzicht auf Stoppelsturz in erosionsgefährdeten Zeiträumen
- Vermeidung eines sehr feinkörnigen Saatbettes (u. a. Verzicht auf Anwalzen)
- optimale Humus- und Kalkversorgung zur Verbesserung der Bodenstruktur
- Vermeidung von Bodenverschlämmungen und Bodenverdichtung
- Förderung der bodenbiologischen Aktivitäten zur Lebendverbauung der Bodenteilchen
- Vermeidung von Struktur zerstörenden Bodenbearbeitungsgängen
- Reduzierung der Befahrungs- und Bearbeitungshäufigkeit
- Schaffung einer rauen Bodenoberfläche
- Furchen- und Dammausbildung bei der Maisbestellung
- Erhöhung der Wasserspeicherfähigkeit zur Sicherung des Zusammenhalts der Bodenteilchen



Reduktion der erosionswirksamen Kraft des Windes durch Verkürzung der Windangriffswege

- Reduzierung der Windanwehstrecken innerhalb windexponierter Schläge durch Streifenanbau (30 - 50 m) mit erosionsmindernden und erosionsfördernden Fruchtarten im Wechsel
- Verkürzung großer einheitlich bestellter Schlaglängen durch Streifeneinsaaten von erosionsmindernden Kulturen quer zur Hauptwindrichtung (2,5 m Gras- oder Getreidestreifen in Abständen < 100 m, Getreideeinsaat in Einzel- oder Doppelreihen in z. B. Mais in Abständen < 50 m)
- Bodenbearbeitung und Bestellung quer zur Hauptwindrichtung zum Festhalten saltierender/erosionsauslösender Bodenteile
- Reduzierung der Windanwehstrecken außerhalb von landwirtschaftlichen Flächen durch Ausnutzung linearer Flurelemente zur Unterbrechung von Windwehstrecken (Heckenpflanzungen an Straßen, Wegen und Gräben) oder den Erhalt bzw. den Wiederaufbau von Saumbiotopen (Feldraine, Gewässerrandstreifen, Straßenbegleitgrün)

Winderosionsmindernde Gehölzstrukturen anlegen

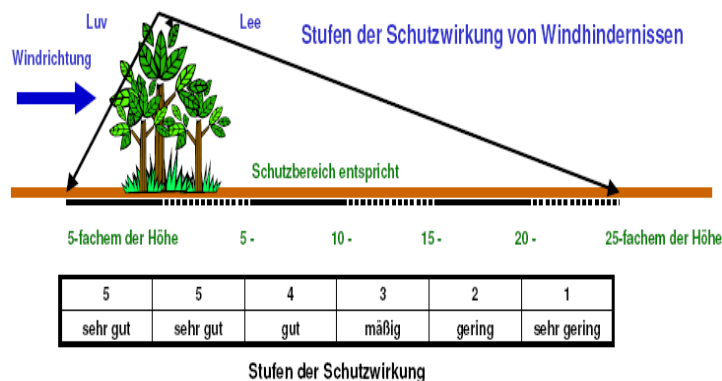
Eine langfristige aber nachhaltige Reduktion der Winderosivität kann durch die Anlage von zusätzlichen Gehölzstrukturen wie Windschutzhecken erreicht werden, da durch die verbesserte Landschaftsrauigkeit die ungebremsten Wehstrecken verkürzt und die Windgeschwindigkeiten herabgesetzt werden. Windschutzhecken sind aufgrund ihres Verhältnisses von Dichte und Durchlässigkeit darauf optimiert, in einem möglichst ausgedehnten leeseitigen aber auch luvseitigen Bereich die Windgeschwindigkeit zu verringern. Die Zonen reduzierter Windgeschwindigkeit bewegen sich in einem Bereich des Fünffachen der Wuchshöhe für die Luvseite bis zum 25-fachen der Wuchshöhe für die Leeseite.



Hecken aus Laubsträuchern sind im Frühjahr, zur einer Zeit höchster Verwehungsgefährdung, noch zu durchlässig, so dass hier mit dem Naturschutz



Kompromisse zur Bepflanzen der Hecken auch unter dem Aspekt des Erosionsschutzes gefunden werden sollten.



Die Neuanlage von Gehölzen sollte grundsätzlich mit der Ausnutzung aller Möglichkeiten zur Erhöhung der Bodenbedeckung einher gehen, weil diese in der Regel kostengünstiger und schneller wirksam sind. Vorhandene, linienhaft angeordnete Flurgehölze wirken, wenn sie gut strukturiert sind, primär auf die Herabsetzung der Windgeschwindigkeit und sekundär auf die Veränderung des Kleinklimas, was sich in einer Erhöhung der Boden- und Luftfeuchtigkeit und daher langsameren Austrocknung der Bodenoberfläche bemerkbar macht.

CC-Regelungen zur Winderosion

CC-Regelungen auf Flächen, für die eine Einstufung in die Winderosionsgefährdungsklasse CC_{wind} ausgewiesen wurde, sind in jedem Fall zu beachten.

Der Betriebsinhaber hat nach § 2 (4) der DirektZahlVerpfIV auf Ackerflächen, die der Winderosionsgefährdung CC_{wind} zugehören und nicht in eine Fördermaßnahme zum Erosionsschutz einbezogen folgende Anforderungen zu beachten:

- nur bei Aussaat vor dem 1. März pflügen,
- Pflügen, außer bei Reihenkulturen, ab dem 1. März nur bei einer unmittelbar folgenden Aussaat zulässig.
- Pflugverbot bei Reihenkulturen gilt nicht, soweit quer zur Hauptwindrichtung vor dem 1. Dezember Grünstreifen im Abstand von höchstens 100 m zueinander und in einer Breite von jeweils mindestens 2,5 m eingesät werden oder im Falle des Kartoffelanbaus die Kartoffeldämme quer zur Hauptwindrichtung angelegt werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass die nach Landesrecht zuständige Behörde Ausnahmen zulassen, kann wenn:

- aus witterungsbedingten Gründen,
 - der Aussaat bestimmter gärtnerischer Kulturen
- die Verpflichtungen nicht eingehalten werden können oder Stallmist zur Gefügestabilisierung auf der Fläche eingesetzt wird.

Eine Nichtbeachtung der nach DirektZahlVerpfIV geforderten Erosionsschutzmaßnahmen in den Erosionsgefährdungsklassen CC_{wind} sowie CC_{wasser1} und CC_{wasser2} (siehe Fachinformation BS-CC-09-1 der LFB) kann erhebliche Kürzungen oder den Ausschluss von Direktzahlungen im Fall der Nichterfüllung der Anforderungen nach § 1 Abs. 1 des Direktzahlungen-Verpflichtungengesetzes für den Landwirt bedeuten.

In der Fachinformation „Erosionsgefährdung auf Ackerflächen – gesetzliche Vorgaben und freiwillige Möglichkeiten“ wurden bereits Ausführungen gemacht (siehe unter: www.lms-beratung.de).

Nach den Regeln der guten fachlichen Praxis entsprechend § 17 des Bundes Bodenschutzgesetzes sind alle Strukturelemente, die aus Bodenschutzgründen zur Verminderung der Winderosion auf Ackerland erforderlich sind, zu erhalten, z.B.: durchlässige Hecken/Windschutzpflanzungen, ausreichend dicht stehende Baumreihen und eingeschränkt auch weitere Gehölzpflanzungen, welche die Rauigkeit des Geländes vergrößern.

Ansprechpartner

Fragen zu den speziellen Anforderungen an die Bewirtschaftung auf diesen Flächen werden von der Zuständigen Stelle für landwirtschaftliches Fachrecht und Beratung (LFB) beantwortet.

Fachinformation: BS-Wind-10-07	Stand: 01.07.2010	Anfragen an: Dr. H.-E. Kape, Dr. S. Kastell	
Zuständige Stelle für landwirtschaftliches Fachrecht und Beratung (LFB)		Tel.: 0381 20307-70, -80	Fax: 0381 20307-45
		Mail: lfb@lms-beratung.de	
LMS Agrarberatung		Fachinformation im Internet: www.lms-beratung.de // Landwirtliches Fachrecht & Beratung	
Graf-Lippe-Straße 1, 18059 Rostock			