Anlage 4

Empfehlungen für Sicherungsmaßnahmen im Kurzholztransport auf Straßenfahrzeugen

Vorwort

In 2004 wurden Versuche zur Sicherung von Kurzholz auf Straßenfahrzeugen [1] vom Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV- Anschrift in 11.) und der BG für Fahrzeughaltungen (BGF Anschrift in 11.) unter Beteiligung der Fachhochschule München, des Königsberger Ladungssicherungskreis und der Sachverständigen W. Strauch und R. Dänekas durchgeführt. Die Versuche wurden vom TÜV Nord organisiert und beim ATP in Papenburg durchgeführt. Aus den Erkenntnissen des Forschungsvorhabens und aus den englischen Versuchen [2] ist diese Sicherheitsempfehlung entstanden.

Diese Empfehlung stellt den gegenwärtigen Erkenntnisstand zur Gefährdung im Kurzholztransport dar. Zuständig für die Fortschreibung dieser Empfehlungen bei neueren Erkenntnissen sind der GDV und die BG für Fahrzeughaltungen.

Inhalt

1. Allgemeine Voraussetzungen
2. Geltungsbereich
3. Zweck
4. Schutzziel
5. Begriffe
6. Reibungszahlen
7. Sicherungstechniken
8. Verladung und Sicherung
9. Weitere Normen/Richtlinien
10. Literatur
11. Anschriften

1. Allgemeine Voraussetzungen

Es gelten die allgemeinen Vorgaben der VDI 2700 in der Fassung von 1990. Für Aufbauten sind die Vorgaben der in dieser Empfehlung genannten Richtlinie einzuhalten.

2. Geltungsbereich

Die Sicherungsempfehlungen gelten für den Transport von Kurzholz (Definition Punkt 5.1) auf Straßenfahrzeugen (LKW mit und ohne Anhänger (beinhaltet auch Sattelkraftfahrzeuge sowie Spezialfahrzeuge) im Transport auf öffentlicher und nicht öffentlicher Verkehrsfläche in Deutschland.

3. Zweck

Die Straßenverkehrs-Ordnung (StVO) verlangt u. a. in § 22 eine „Sicherung“ der Ladung verkehrssicher zu stauen und gegen Herabfallen vom Fahrzeug zu sichern. Zur Erfüllung der Sicherungspflichten und zum Schutz aller am Straßenverkehr teilnehmenden Personen sollen diese Empfehlungen dienen.

4. Schutzziel

Von einer Ladung Kurzholz können im Transport drei mögliche Gefährdungen ausgehen:

1. Aus Eigenbewegungen der Ladung in Bezug zum Fahrzeug,
2. aus der Lastverteilung längs und quer auf dem Fahrzeug und
3. von einem hohen Gesamtschwerpunkt von Fahrzeug und Ladung.

Das größte Gefahrenpotential ist in der Eigenbewegung von Ladungen in Bezug zum Fahrzeug zu sehen. Es soll mit dieser Empfehlung beseitigt werden. Die weiteren Punkte, die Ladungsverteilung und der anzustrebende niedrige Gesamtschwerpunkt sind entsprechend den allgemeinen Ladungssicherungsrichtlinien [z. B. 3] vorzunehmen.

Die Gefährdung aus Eigenbewegungen von Kurzholz besteht darin, dass

1. ein Kurzhölzer oder mehrere Kurzhölzer soweit herausrutschen können, dass sie vom Fahrzeug herabfallen,
2. Kurzholz bei Querverladung seitlich soweit herausrutschen kann, dass nachfolgende Verkehrsteilnehmer behindert oder gefährdet werden und
3. Kurzholz bei Querverladung nach vorne ins Rollen kommen kann.

Bewegungsarten von Kurzholz, wie sie in den Versuchen des Forschungsvorhabens festgestellt wurden, sind aus Abb. 1 entnehmbar.

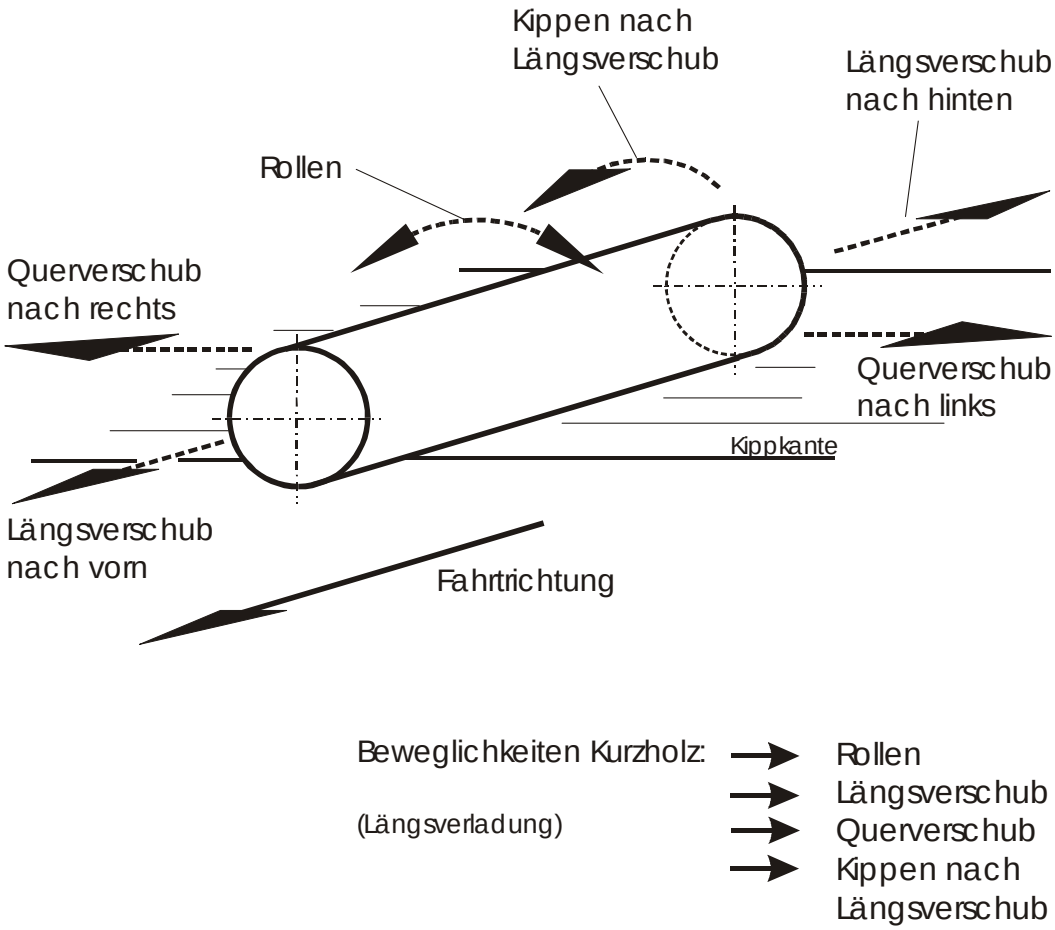

Abb. 1. Bewegungsarten

5. Begriffe

Im Folgenden sollen Begriffe festgelegt werden, damit sie einheitlich benutzt werden. Auch werden bestimmte Phänomene beschrieben, die für die Auslösung von Eigenbewegungen von Bedeutung sind.

5.1 Kurzholz

Unter Kurzholz soll Rundholz verstanden werden, dessen Länge maximal 6,5 m beträgt und nicht mit Langholzfahrzeugen (Brückenzug, LKW und Nachläufer) befördert wird.
(Die Versuche wurden mit 2m langen Fichtenstämmen durchgeführt.)

5.2 Kavernen-/Tunnelbildung

Kurzholz kann in einem Stapel Hohlräume (Kavernen) bilden. Mit einer Niederzurrung wird bei Kavernen ein Teil des Kurzholzes von den Niederzurrkräften nicht erfasst. Das Kurzholz liegt dann nur im Reibschluss (Linienauflage oder Sattellage, sh. Punkt 5.5). Kurzholz in Linienauflage lässt sich dann leicht in Längsrichtung verschieben, Abb. 2.

Versuche [1] haben gezeigt, dass es drei Arten von Kavernen gibt:

1. Vollkavernen

Die Kaverne befindet sich in einem Block, Abb. 3.

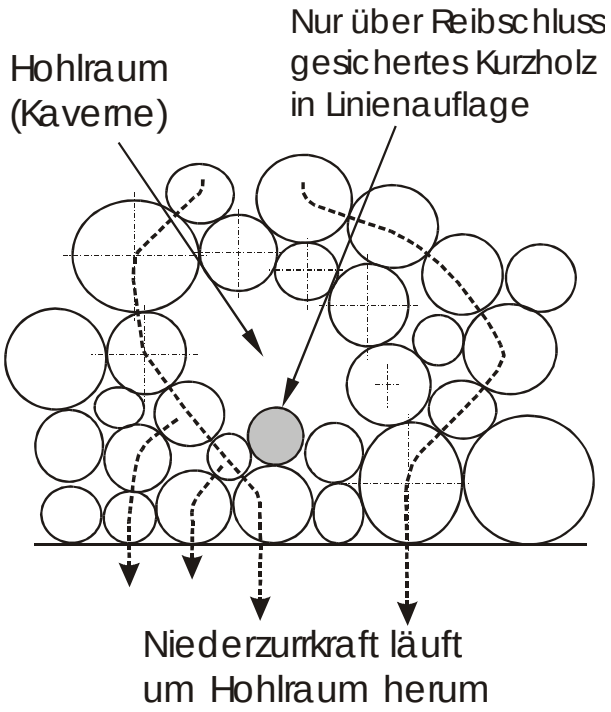

Abb. 2

Abb. 3

Die gestrichelte Linie in Abb. 2, 4 und 6 soll den Verlauf der Niederzurrkraft andeuten.

2. Rungenkavernen

Die Kaverne liegt an einer Runge, Abb. 4 und 5.

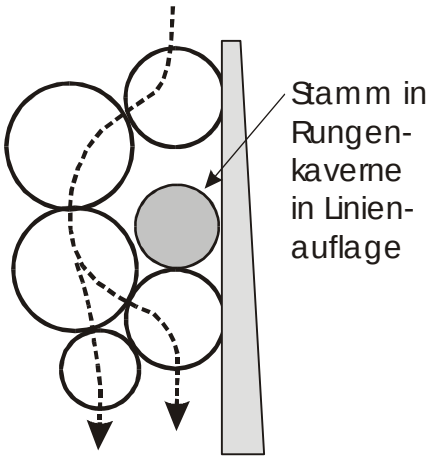

Abb. 4

Abb. 5

3. Halbkavernen

Es handelt sich bei dieser Variante um oben in einem Stapel liegendes Kurzholz in Linien- oder Sattelauflage, das nicht von einem Sicherungsmittel (Zurrmittel, . .) erfasst wird, Abb. 6 und 7.

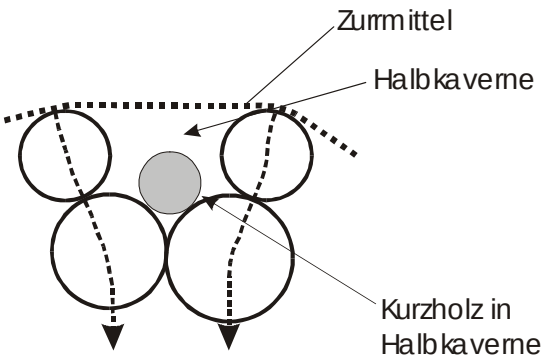

Abb. 6

Abb. 7

Kavernen können bei Längs- und Querverladung gleichermaßen auftreten.

5.3 Umschlingungswinkel

Ein Zurrmittel einer Niederzurrung muß ein Ladungsteil „umschlingen“. Ohne einen Umschlingungswinkel γ in der oberen Lage wird keine Niederzurrwirkung erreicht, Abb. 8 und 9.

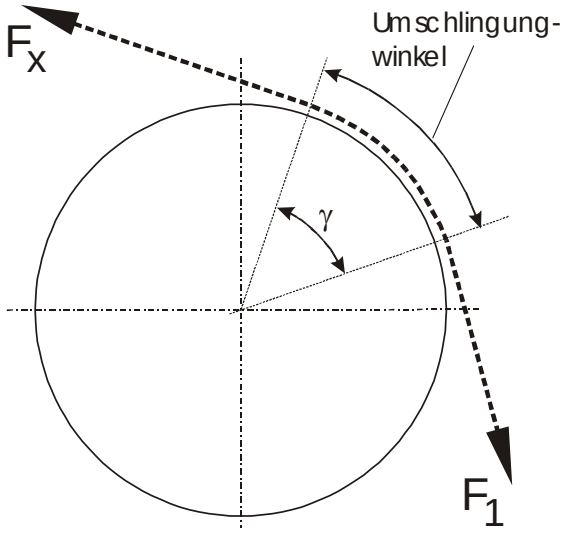

Abb. 8

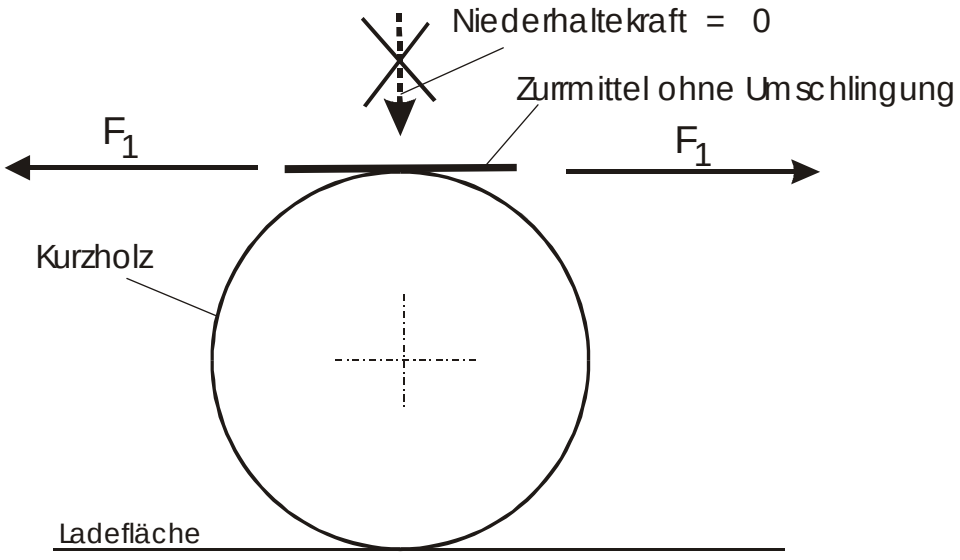

Abb. 9

5.4 Flache oder bauchige Stauung

Kurzholz kann oben flach oder bauchig verladen sein. Bei flacher Verladung ergibt sich kein Umschlingungswinkel und damit keine Niederzurrwirkung, Abb. 10.

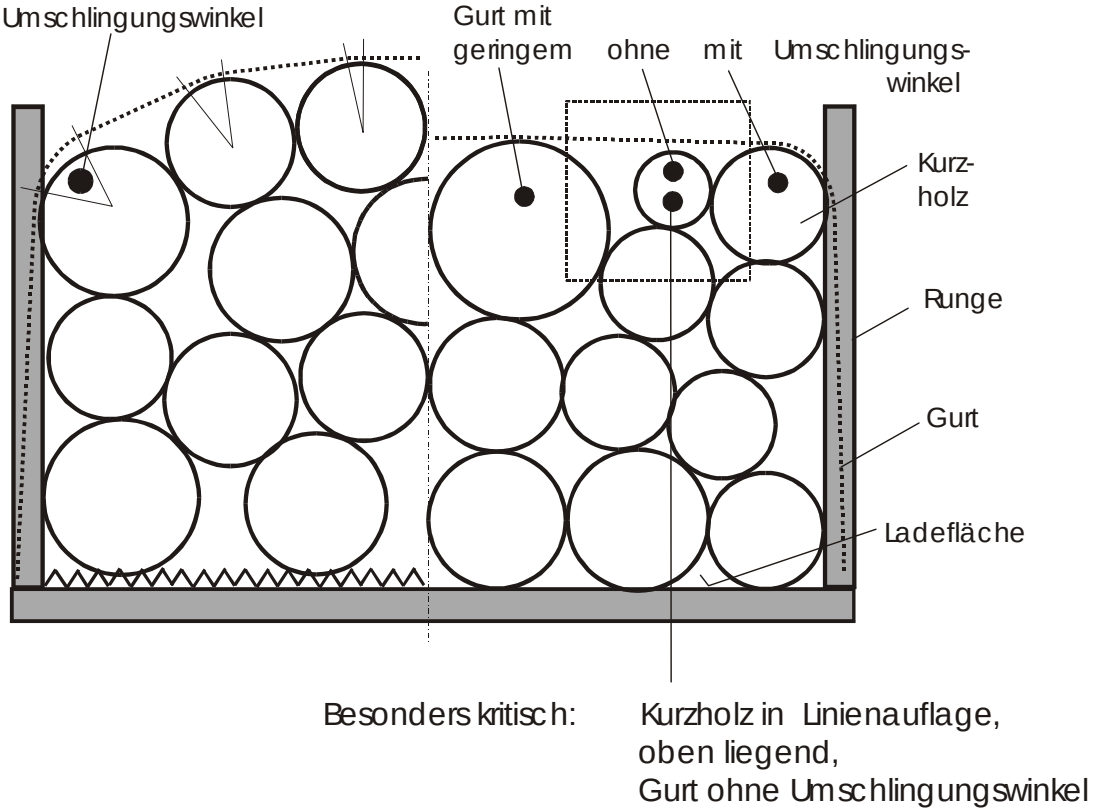

Abb. 10. Flache und bauchige Stauung

Es soll deshalb stets bauchig gestaut werden, Abb. 11.

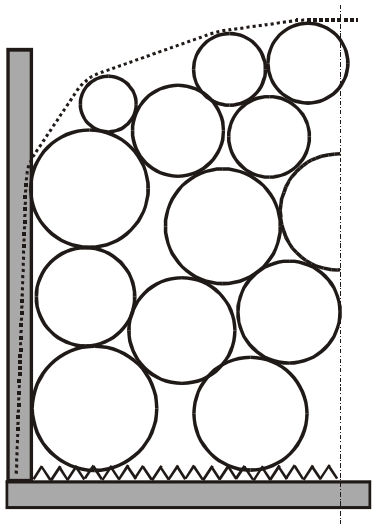

Abb. 11. Bauchige Verladung oben bei Längsstauung

Flache und bauchige Verladung ist auch bei Querverladung möglich, Abb. 12 und 13.

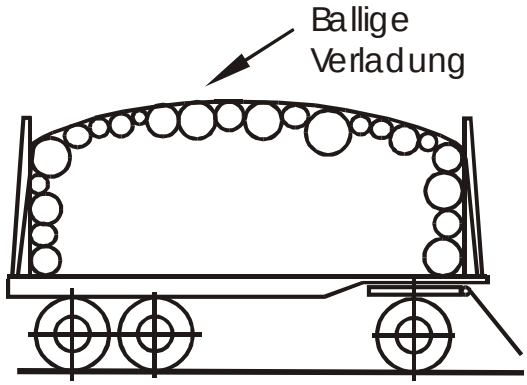

Abb. 12. Bauchige Stauung bei Querverladung

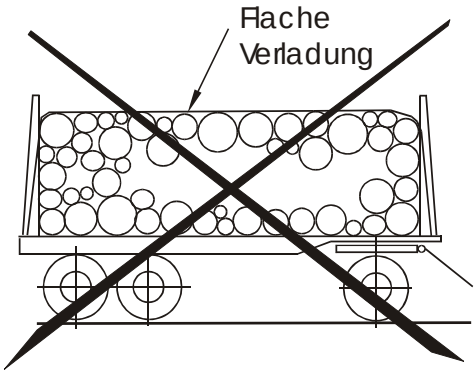

Abb. 13. Flach verladen bei Querverladung

Auch bei bauchiger Verladung ist bei langen Ladeflächen mit einer Niederzurrung nur eine unsichere Niederhaltewirkung zu erzielen.

Bei flacher Verladung und langer Ladefläche mit längs liegenden Zurrmittel kann auch mit Beischwichten, Abb. 14, keine ausreichende Niederzurrwirkung erreicht werden.

5.5 Beischwichten

Müssen sehr lange Zurrmittel verwendet werden, wie es z. B. im Kurzholztransport bei Querverladung zu finden ist, wird zwar die Niederhaltewirkung durch Beischwichten (= „Beischnüren“) vergrößert werden, Abb. 14. Sie reicht aber nicht aus, um eine seitliche Abladung bei Kurvenfahrt mit hoher Querbeschleunigung zu verhindern [1].

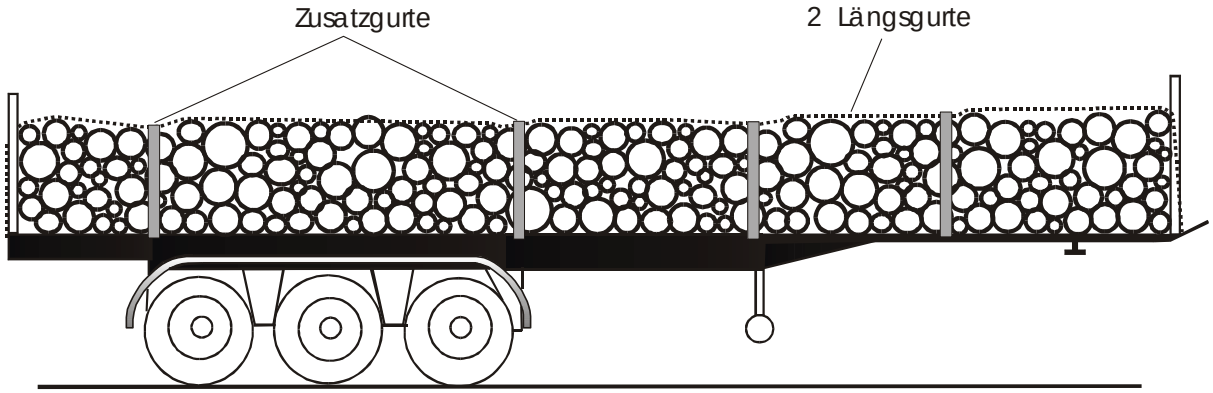

Abb. 14. Längsgurte mit Beischwichtung

5.6 Linien- und Sattelauflage

Kurzholz kann in Linien- und Sattelauflage liegen, Abb. 15.

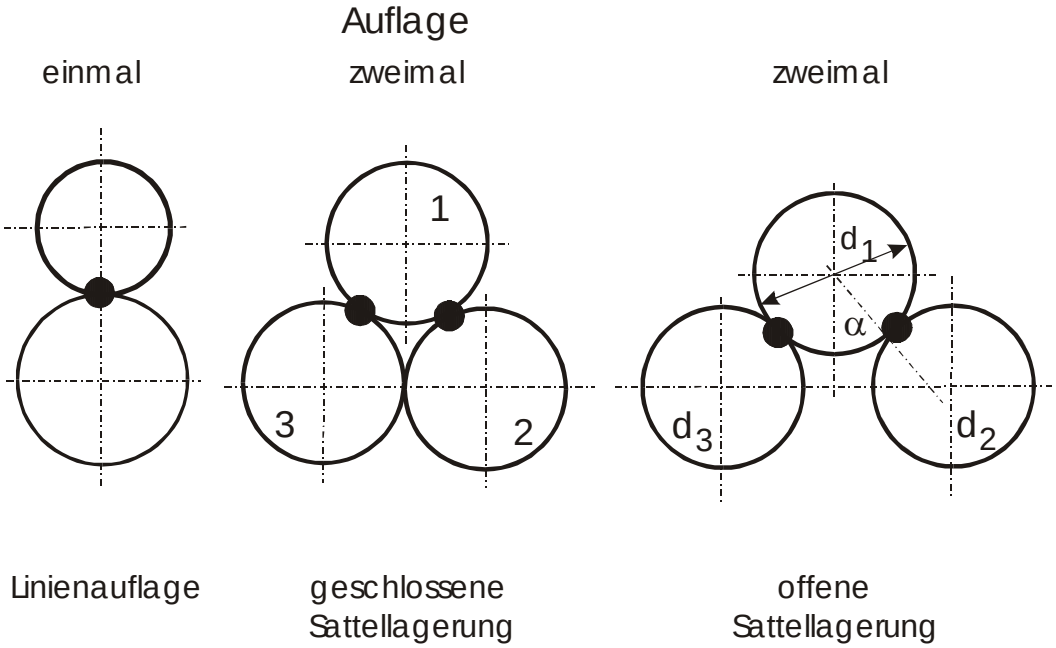

Abb. 15. Linien- und Sattelauflage

In Linienauflage kann Kurzholz in Längsrichtung leicht verschoben (gezogen) werden, Abb. 16.

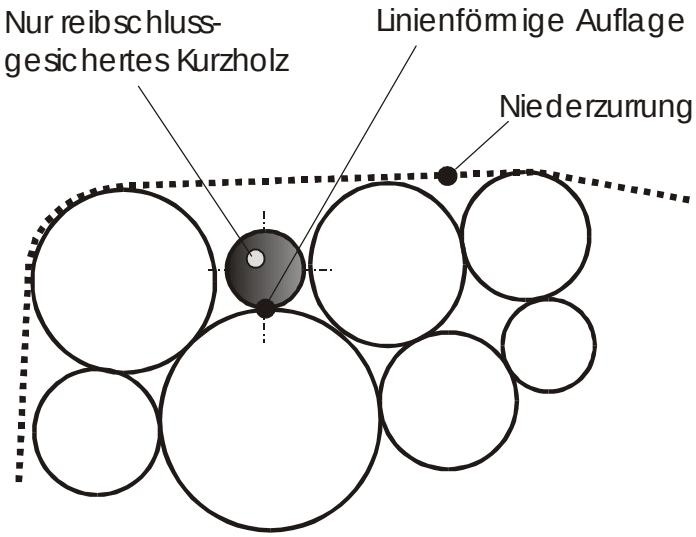

Abb. 16. Kurzholz in Linienauflage

5.7 Spreizwirkung

Liegt ein Stamm in Sattellage, Abb. 17, dann tritt eine Querkraft F_q auf. Diese Kraft soll als Spreizkraft, der Winkel α soll als Spreizwinkel bezeichnet werden. Der Spreizwinkel beeinflusst die seitliche Anpresskraft auf die Rungen und zusätzlich den Abzugwert. Außerdem wird bei Sattellage ein Teil der Querkraft als zusätzliche Anpressung auf die Ladefläche „abfließen“ und nicht gegen die Runge drücken.

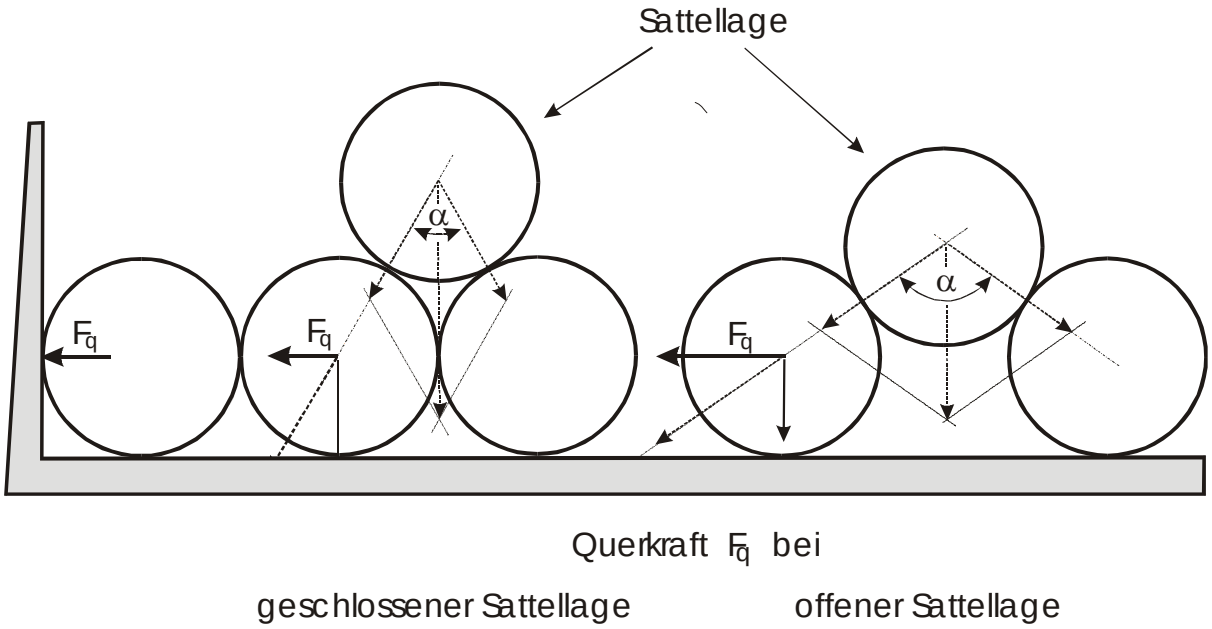

Abb. 17. Rungenbelastung aus Spreizkraft

Steigt der Spreizwinkel an, wird die horizontale Kraft auf die Runge größer, Abb. 17. Die Spreizkraft ist nur vorhanden, wenn wenigstens 2 Lagen aufeinander liegen und eine Sattellage vorhanden ist. Außerdem muss die Ladung rollfähig sein. Bei Lagen in Linienauflage ergeben sich seitliche Kräfte auf die Rungen nur z. B. bei Kurvenfahrt.

5.8 Abzugwert

Der Abzugwert ist das Produkt aus Vergrößerungsfaktor V und Reibungszahl μ.

$$\mathbf{A = V \bullet \mu}$$

Ausführungen dazu sind in der Anlage 1 zu finden. Der Vergrößerungsfaktor V erfasst bei Sattellage den Durchmesser der Stämme und den Abstand der Stämme in der unteren Lage.

Haben in Sattellage alle Stämme den gleichen Durchmesser und handelt es sich um eine geschlossene Sattellage, so ist der Vergrößerungsfaktor gleich 1,154 (Anlage 1). Je weiter die Auflagestämme unten im Abstand (offene Sattellage) liegen, desto größer wird der Vergrößerungsfaktor.

Die Kraft für einen Längsverschub (Abzugkraft) eines Stammes in Sattellage ergibt sich damit:

$$F_A = F_G \cdot V \cdot \mu$$

$$F_A = F_G \cdot A$$

F_A Abzugkraft in Längsrichtung
F_G Gewicht Stamm

Abb. 18 soll nochmals diese Zusammenhänge verdeutlichen.

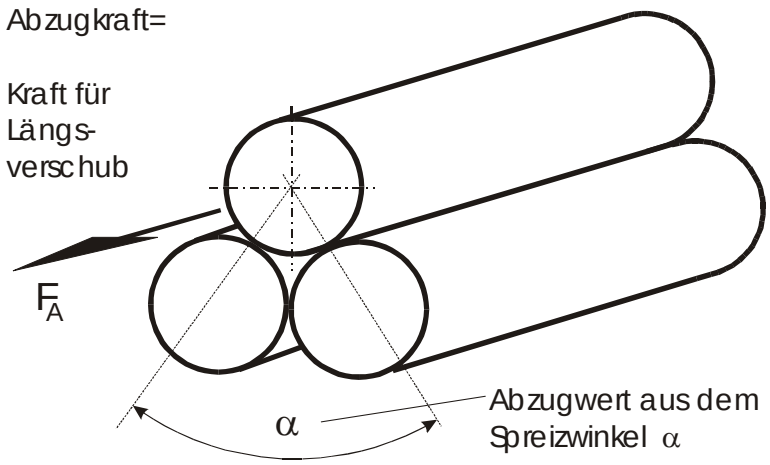

Abb. 18. Längskraft

Während bei Linienauflage die Abzugkraft F_A gleich der Gewichtskraft F_G • Reibungszahl μ ist, wird bei der geschlossenen Sattellage $F_A = 1{,}154 \bullet F_G \bullet \mu$ betragen, Abb. 19.

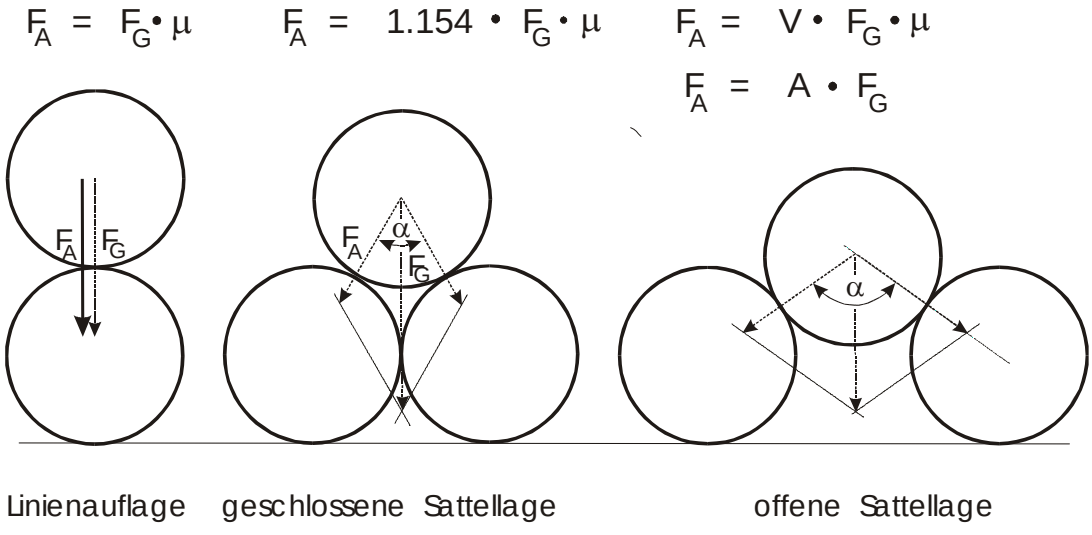

Abb. 19. Vergleich Abzugkraft

Der Vergrößerungswert kann bei offener Sattellage sehr viel höher als bei geschlossener Sattellage ausfallen.

Anmerkung 1: Die Sattellage „täuscht“ eine höhere Reibungszahl vor. Es schwankt aber bedingt durch den Spreizwinkel nur der Abzugwert.

Anmerkung 2: Um den Einfluss der Ein- und Ausfederungsbewegungen des Aufbaus zu berücksichtigen, wurde in den 70er Jahren in der VDI 2700 vorgeschrieben, dass statt der Haftreibungszahl die im Regelfall niedriger liegende Gleitreibungszahl aus Sicherheitsgründen verwendet werden soll.

5.9 Längs- und Querverladung

Kurzholz kann in Quer- und in Längsrichtung verladen werden, Abb. 20 und 21.

Abb. 20. Querverladung

Abb. 21. Längsverladung

5.10 Kurzholzbewegungen

Kurzholz kann sich relativ zur Ladefläche bewegen. Dabei können sich einzelne Hölzer bewegen, es kann aber auch zu Verschiebungen von Blöcken von Kurzholz kommen.

5.10.1 Einzelbewegungen

Einzelbewegungen sind nur aus Kavernen bekannt geworden, Abb. 22 und 23.

Abb. 22. Längsverschub

Abb. 23. Längsverschub aus Rungenkaverne

5.10.2 Blöcke von Kurzhölzern

1. Blockbewegung

Neben der Bewegung von Einzelhölzern kann es bei Kurvenfahrt zum Ausbrechen von „Blöcken“ von quer verladenen Hölzern kommen. Der Ausbruch wird im Regelfall im hinteren Teil der Ladefläche beginnen. Im Folgenden soll unter einem Blockverschub entweder ein Teilblockverschub oder ein Komplettblockverschub verstanden werden.

Abb. 24 zeigt einen Ausbruch eines Teils der Kurzholzladung. Die Ladung verrutscht und kippt dann von der Ladefläche. Als Teilbockverschub soll im Folgenden ein Verschub zwischen einem Block von Kurzhölzern und anderen Kurzhölzern verstanden werden.

Abb. 24. Teilblockverschub [1]

Es kann aber auch zu einem seitlichen Herausrutschen der quer verladenen Ladung komplett bis zur Ladefläche kommen, Abb. 25.

Abb. 25. Komplettabladung

Von einer Abladung im Block geht eine größere Gefährdung aus, weil das Kurzholz in aller Regel eine große Straßenfläche bedeckt.

Abb. 26 stellt die Teilblock- und die Komplettblockabladung nochmals gegenüber.

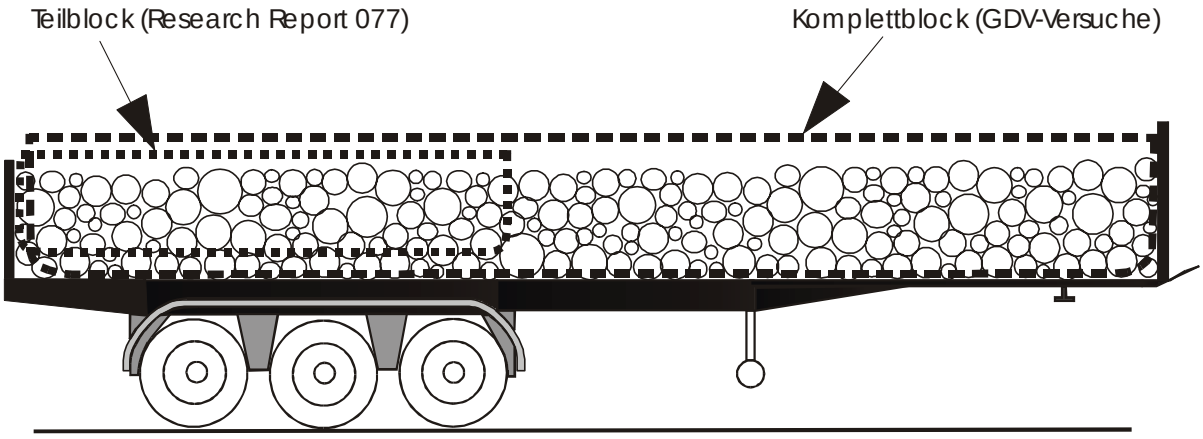

Abb. 26. Teilblock- und Komplettblockabladung

Der Zusatz „Komplett-“ soll ausdrücken, dass der Block auf der Ladefläche gleitet und nicht auf anderen Hölzern. „Komplett-“ soll nicht ausdrücken, dass immer die gesamte Ladung von der Ladefläche rutscht.

Bei der Teilblockabladung kommt es dagegen zu einer Verschiebung zwischen Hölzern, bei der Komplettblockabladung zwischen Kurzholz und Ladefläche. Die Begriffe „Teil-“ und „Komplett-“ sollen auch nicht die Bewegungsart erfassen. Es muss sich dabei nicht nur um Längsverschub handeln, sondern es soll auch das Rollen und der Querverschub erfasst werden.

2. Rollbewegungen

Bei einem Bremsversuch in dem Forschungsvorhaben mit quer verladenen Kurzstämmen auf einem Sattelauflieger konnten schwallartige Ladungsbewegung gegen die Stirnwand festgestellt werden. Das Kurzholz machte dabei eine Verschubbewegung, teilweise eine Rollbewegung, die aber auch mit einem Querverschub verbunden war. Diese Bewegungen können ebenfalls der Bewegung eines Blocks (Komplettblock/Teilblock) zugeordnet werden.

5.12.1 Verladetechniken

Die folgende Auflistung der Stautechniken berücksichtigt noch nicht die notwendigen Sicherheitsmaßnahmen zur Sicherung (Kap. 8.).

1. Querverladung in einem Block ohne Berücksichtigung der Ladungssicherungsbelange
Kurzholzstämme können quer verladen werden, Abb. 27.

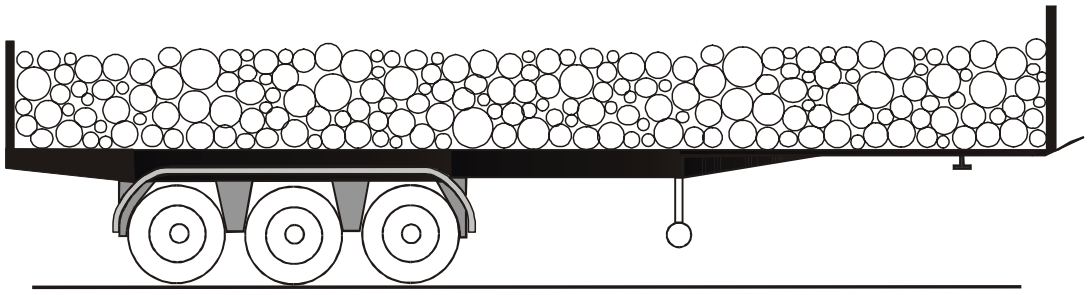

Abb. 27. Querverladung

2. Querverladung in einzelnen Stapeln
Eine Querverladung ist auch in einzelnen Stapeln möglich, Abb. 28. Die Stapel dürfen eine maximale Stapelbreite von B = 4 m in Längsrichtung nicht überschreiten. Jeder Stapel soll vorn und hinten formschlüssig mit je zwei Rungen oder vorn Stirnwand oder hinten Heckwand begrenzt sein.

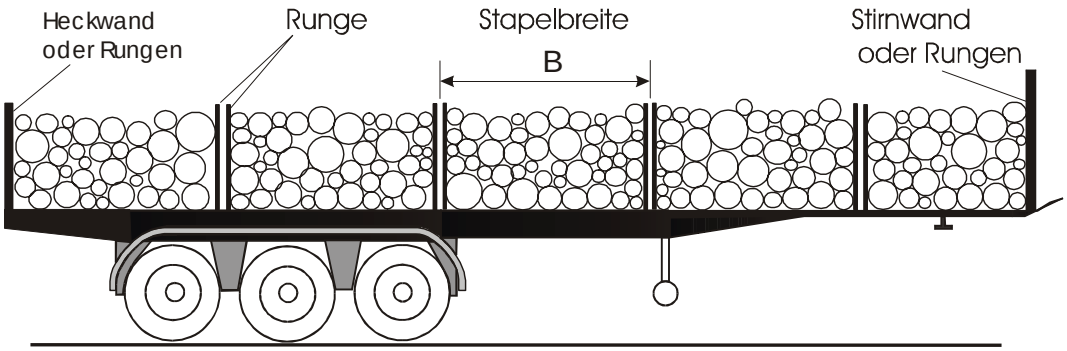

Abb. 28. Querverladung in Stapeln

3. Längsverladung
Kurzholz kann auch in Stapeln längs verladen werden. Bei der Längsverladung, Abb. 29, wirkt zwischen den Rungen ein „Klemmeffekt“. Ein Stapel soll von mindestens zwei Rungenpaaren begrenzt werden.

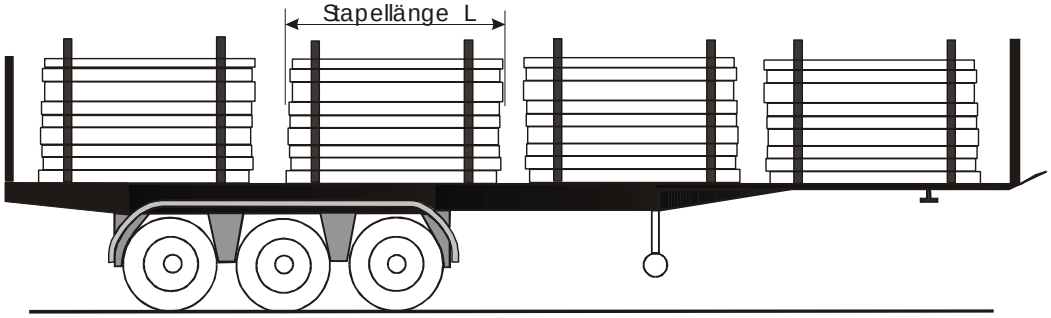

Abb. 29. Längsverladung

4. Gemischte Verladung

Als gemischte Beladung soll die gleichzeitige Verladung von längs und quer liegenden Kurzhölzern bezeichnet werden, Abb. 30.

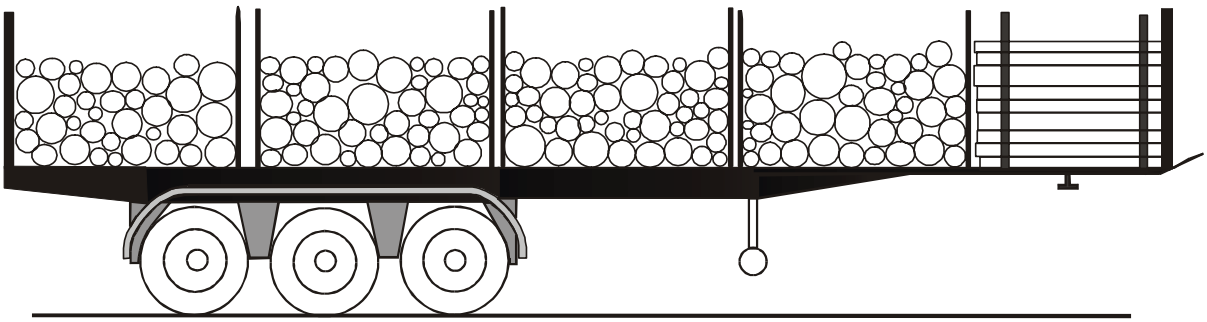

Abb. 30. Gemischte Verladung

6. Reibungszahlen

6.1 Allgemeines

Im Folgenden werden nur Gleitreibungszahlen jeweils in Linienauflage mit dem dazu gehörigen Abzugwert gebracht. Beachtet werden muss, dass die Reibungszahlen für ideale Kurzhölzer von äußeren Einflüssen abhängig sind.

Einflussgrößen sind z. B.
- die Holzart, die bei dieser Untersuchung auf Fichte, Kiefer und Lärche beschränkt wurde,
- der Wassergehalt,
- ob in Rinde oder geschält,
- der Zustand der Hölzer (trocken, nass),
- Eis und Schnee können die Reibungszahl erheblich vermindern
- „Störstoffe“, wie Erde, Reiser, Rindenstücke, die zwischen den Stämmen liegen.

6.2 Gleitreibungszahlen

Gemessen wurden nur Werte zwischen Kurzhölzern, da davon ausgegangen wird, dass die unterste Lage formschlüssig durch Zahn- oder Keilleisten gesichert wird, da die Reibungszahl zwischen Kurzholz und einer Ladefläche in der Regel kleiner sein wird als die Reibungszahl zwischen Kurzhölzern untereinander.

Gemessen wurden folgende Werte:

Reibpaarung	Kurzholz/Kurzholz	Linienauflage	Abzugwert bei geschlossener Sattellage
	Fichte		
	in Rinde	0,33	0,38 errechnet
	Kiefer		
	in Rinde	0,31	0,63 gemessen
	Lärche		
	in Rinde	0,20	0,23 errechnet

7. Sicherungstechniken

Es werden nur Fahrzeuganforderungen erfasst, die den „Aufbau“ betreffen, aber nicht das Fahrwerk (z. B. die Federungsart, die Spurbreite, die Federspur und ähnliche Einflussgrößen).

7.1 Laderaumbegrenzungen

Als Laderaumbegrenzungen sollen Rungen, Seitenwände (klappbar oder demontierbar oder „fest“ eingebaut), Stirnwände und Heckwände und ebenso Planen und Netze angesehen werden.

Eine Laderaumbegrenzung soll in der Lage sein, die unter üblichen Verkehrsbedingungen auftretenden Kräfte aufnehmen zu können. Funktionsbeeinträchtigende Verformungen von Stirn- und Heckwänden sind unzulässig. Evtl. auftretende Rollbewegungen und Verschubbewegungen müssen durch die Laderaumbegrenzungen aufgefangen werden können.

7.2 Ladefläche/Ladeschemel

Ladeflächen, Ladeschemel oder Auflagen für Kurzholz sollen mit formschlüssigen Einrichtungen, wie z. B. Zahn- oder Keilleisten versehen sein. Die Einrichtungen sollen stets rechtwinklig zum Kurzholz angeordnet sein. Die Einrichtung zur formschlüssigen Verbindung soll in das Holz eindringen, so dass eine formschlüssige Verbindung zur untersten Lage aufgebaut wird.

Kommen Ladeschemel zum Einsatz, sind diese mit ausreichender Festigkeit formschlüssig mit dem Fahrzeug zu verbinden.

7.3 Rungen und Niederzurrung

Die Verwendung von Rungen ist zulässig. Jeder Stapel (Stack) soll seitlich mit mindestens zwei Rungen rechts und links gehalten werden, Abb. 31 und 32. Die Ladung ist symmetrisch zwischen den Rungen zu verladen.

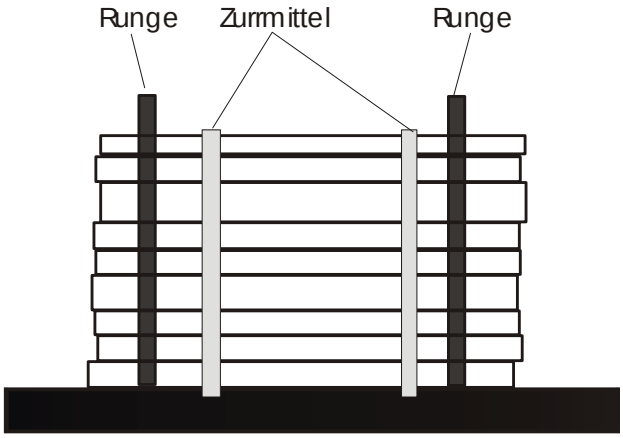

Abb. 31. Rungen und Zurrmittel

Es sollen mindestens zwei Zurrmittel jeweils zwischen zwei Rungen (gleichmäßig über den Stapel verteilt) gesetzt werden.

Die Festigkeit von Rungen soll so bemessen sein, dass sie auch bei maximal möglicher Belastung in der Lage sind, die Ladung zurückzuhalten.

Die Höhe von Rungen soll so bemessen sein, dass sie das am höchsten liegende Kurzholz mit einem Abstand A von mindestens 20 cm überragt.

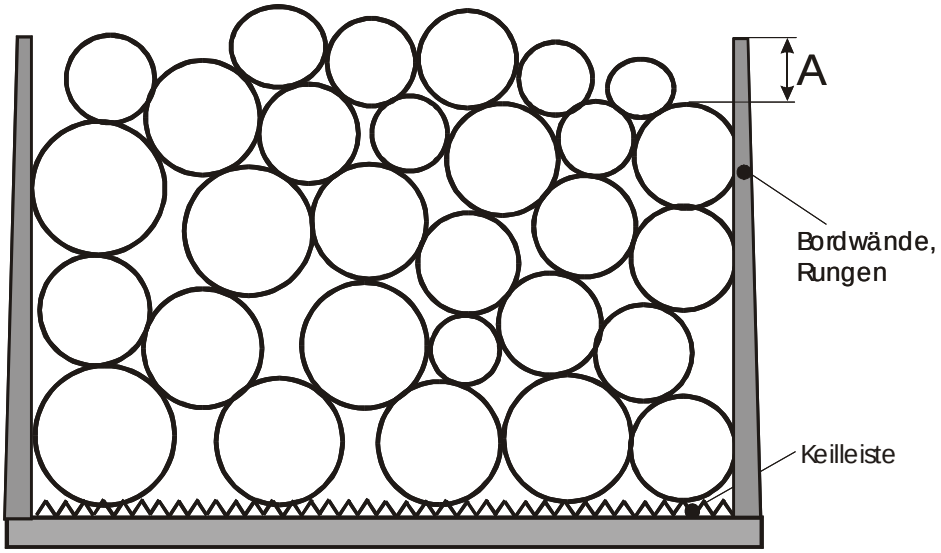

Abb. 32. Sicherheitsabstand oben

7.4 Zurrpunkte

Zurrpunkte müssen in ausreichender Anzahl und Festigkeit am Fahrzeug vorhanden sein. Bei Ladeschemeln ist zu berücksichtigen, dass diese für unterschiedliche Holzlängen flexibel einsetzbar sind. Hierzu können die Ladeschemel in den unterschiedlichsten Positionen arretiert werden. Auch für diese Beladefälle sind Zurrpunkte vorzusehen.

7.5 Winden

Da es sich bei Kurzholz um eine Ladung mit einem hohen Setzungsvermögen handelt, sind Winden oder Spindelspanner besonders geeignet, weil damit hohe Vorspannkräfte aufgebracht werden können. Damit zu jedem Zeitpunkt die erforderliche Vorspannung zur Verfügung steht, sind Winden mit automatischer Nachspannung in besonderer Weise zur Sicherung geeignet.

Handbetriebene Winden müssen so beschaffen sein, dass Kurbeln und Hebel unter Last nicht mehr als 15 cm zurückschlagen können (Rückschlagsicherung). Diese Rückschlagsicherungen (z. B. Sperrklinken) müssen so beschaffen und angeordnet sein, dass Eingriffe ohne Zuhilfenahme eines Werkzeugs nicht möglich sind. Abnehmbare Kurbeln und Hebel müssen gegen Abgleiten und unbeabsichtigtes Abziehen gesichert werden können.

7.6 Anbringung der Zurrmittel

Die beiden Zurrmittel sollten zwischen den Rungen und nach Möglichkeit nahe an den Rungen angebracht werden. Mit dieser Anordnung der Zurrmittel kann erreicht werden, dass ein oben aufliegender Stamm, ca. im jeweils letzten Drittel seiner Länge, wirksam gegen Verdrehen, Ausscheren und damit Herabfallen gesichert ist

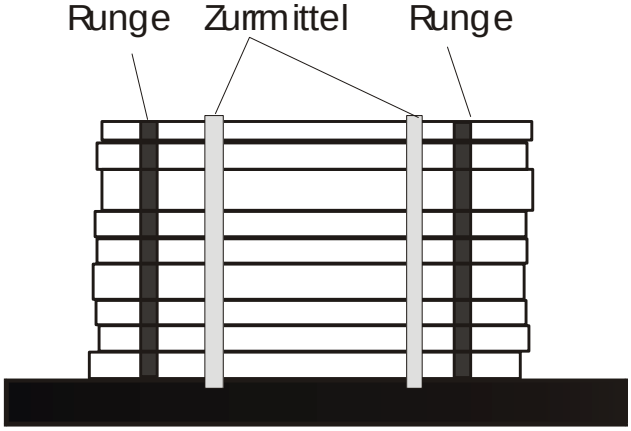

Abb. 33

8. Verladung und Sicherung

Kurzholz darf quer oder längs liegend verladen werden. Die Querverladung in Stapeln nach Abb. 28 und in gemischter Verladung, Abb. 30, ist nur mit allseits ausreichend dimensionierten Laderaumbegrenzungen möglich. Für die Quer- und Längsverladung sind die jeweils für diese Verladung entsprechenden Sicherungsmaßnahmen nach 8.1 und 8.2 zu beachten. Die Längsverladung ist der Querverladung vorzuziehen.

8.1 Querverladung

Um Kurzholz in Querverladung sicher transportieren zu können, sind folgende Punkte zu beachten:

1. Laderaumbegrenzung

Um ein Aufrollen beim Bremsen zu verhindern, sind entsprechend der Stapelbreite (Punkt 5.12.1, Abb. 28) ausreichend hohe und stabile Laderaumbegrenzungen vorzusehen, Abb. 34 und 35.

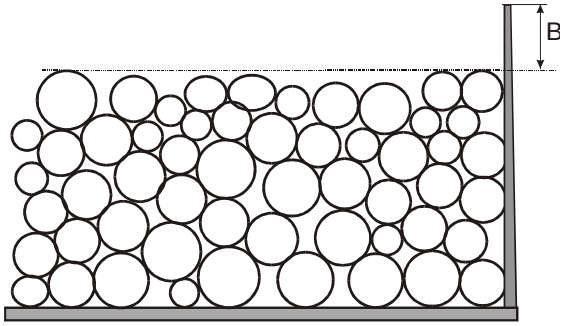

Abb. 34. Höhe Laderaumbegrenzung

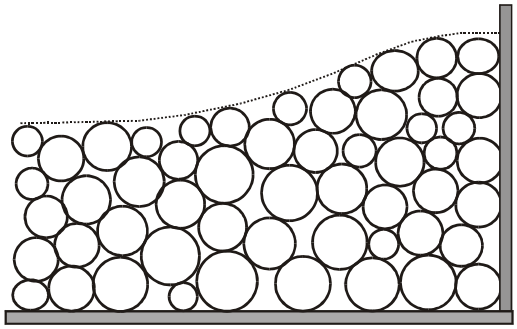

Abb. 35. Schwalleffekt

Das Maß B soll nach Beladung mindestens 20 cm betragen.

Auch seitlich sind Laderaumbegrenzungen in ausreichender Höhe vorzusehen. Das Maß A, Abb. 36, soll mindestens 20 cm betragen.

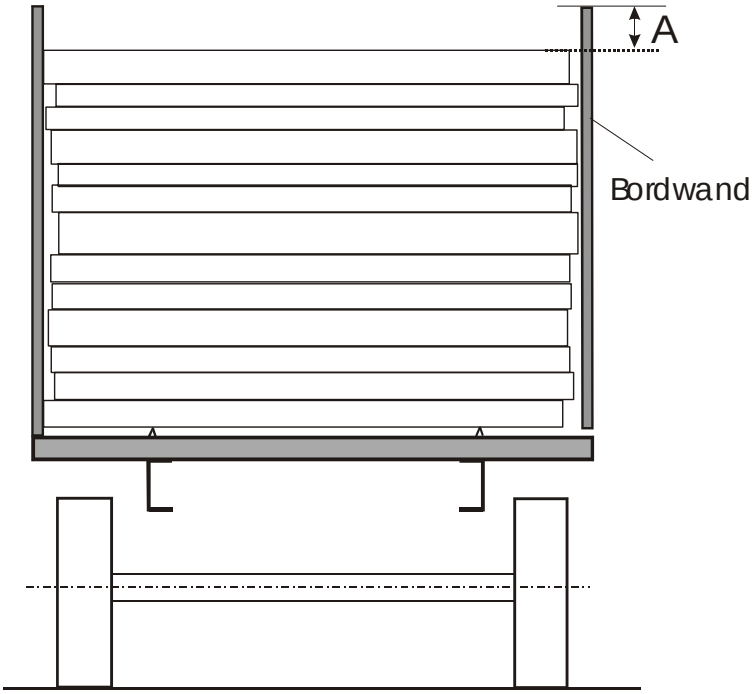

Abb. 36. Sicherheitsabstand oben

2. Ladefläche

Ladeflächen im Kurzholztransport sollen mit formschlüssigen Einrichtungen, wie z. B. Zahn- oder Keilleisten versehen sein. Die Einrichtungen sollen stets rechtwinklig zum Kurzholz angeordnet sein. Die Einrichtung zur formschlüssigen Verbindung soll in das Holz eindringen, so dass eine sichere Verbindung zur untersten Lage aufgebaut wird.

Zurrpunkte müssen in ausreichender Anzahl und Festigkeit auf dem Fahrzeug vorhanden sein.

3. Sicherung

3.1 Um ein Aufrollen von Stämmen beim Bremsen zu verhindern, ist das Kurzholz in mehreren Stapeln zu verladen. Punkt 5.12.1 ist zu beachten. Der ballig geladene Stapel ist mindestens mit zwei Zurrmitteln niederzuzurren und damit gegen Verrollen zu sichern.

3.2 Über die Niederzurrung sind ausreichend hohe Vorspannkräfte einzubringen, die ein evtl. noch verbleibendes Sicherungsdefizit in Querrichtung ausgleichen müssen. Ist dies nicht möglich, ist die Ladung formschlüssig durch ausreichend dimensionierte Seitenwände zu sichern. Die Niederzurrungen sollten vorzugsweise diagonal über die Ladung erfolgen, um ein Betreten der Ladung auszuschließen.

3.3 Die untere Stammlage ist über Zahn- oder Keilleisten formschlüssig auf der Ladefläche zu sichern.

3.4 Gegen das seitliche Herausrutschen von in Kavernen liegenden Kurzholzstämmen sind zusätzliche Aufbauten bzw. Einrichtungen zu installieren (Bordwände, Planen, usw.).

8.2 Längsverladung

1. Bauchige Verladung

Bei der Verladung sollen die obersten Kurzhölzer bauchig liegen, Abb. 36.

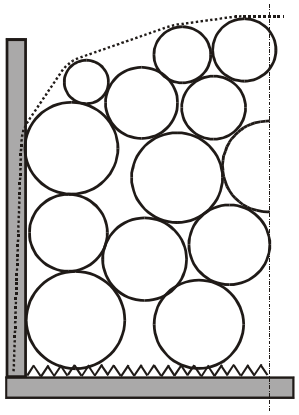

Abb. 37. Bauchige Verladung

2. Ladefläche

Ladeflächen für Kurzholz sollen mit formschlüssigen Einrichtungen, wie z. B. Zahn- oder Keilleisten versehen sein. Die Einrichtungen sollen stets rechtwinklig zum Stamm angeordnet sein. Die Einrichtung zur formschlüssigen Verbindung soll in das Holz eindringen, so dass eine sichere Verbindung zur untersten Lage aufgebaut wird.

Zurrpunkte müssen in ausreichender Anzahl und Festigkeit am Fahrzeug vorhanden sein.

3. Laderaumbegrenzung

Um einen Verschub einzelner Kurzhölzer aus Kavernen bei Beschleunigungen (Anfahren / Bremsen) zu verhindern, sind ausreichend hohe und stabile Laderaumbegrenzungen vorzusehen.

Eine Stirnwand gilt als ausreichend hoch, wenn dass am höchsten liegende Kurzholz überragt wird. Abb. 38.

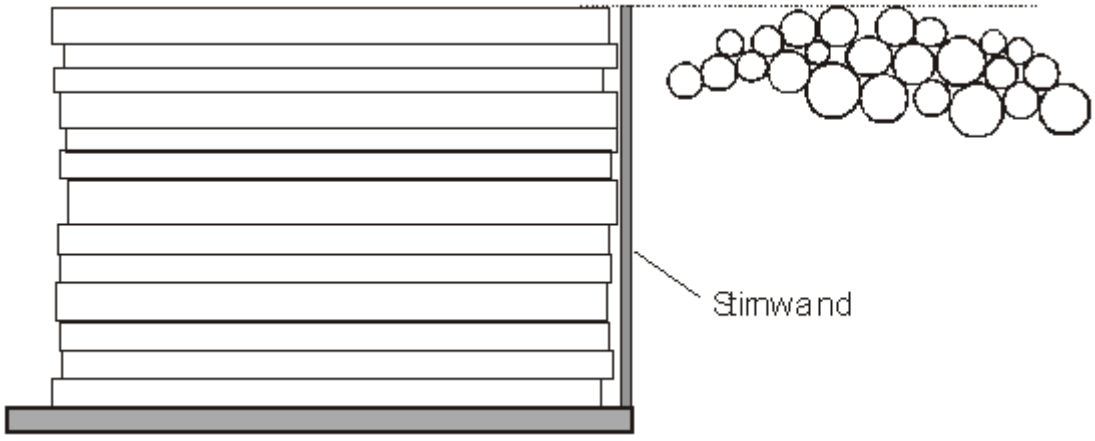

Abb. 38. Höhe Stirnwand

Die Fahrzeuge sollen seitlich mit Bordwänden oder Rungen ausgerüstet sein. Wenn Rungen vorgesehen sind, soll jeder Stapel (Stack) seitlich mit mindestens zwei Rungen rechts und links gehalten werden, Abb. 39.

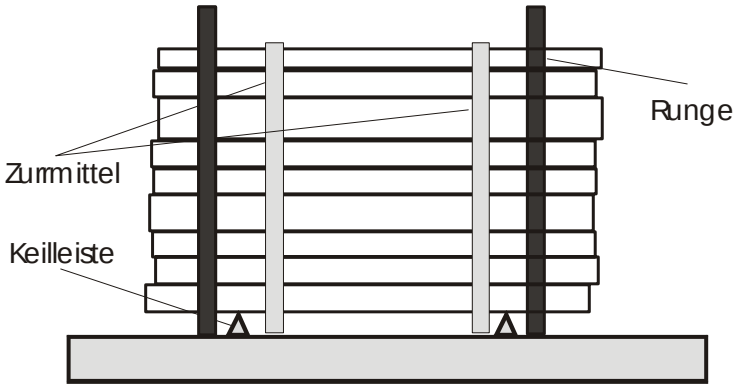

Abb. 39. Rungen und Zurrmittel

Es sollen mindestens zwei Zurrmittel jeweils zwischen zwei Rungen gesetzt werden, Abb. 39.

Die Festigkeit einer Rungen soll so bemessen sein, dass sie auch bei maximal möglicher Belastung in der Lage ist, die Ladung zurückzuhalten.

Die Höhe von Rungen soll so bemessen sein, dass sie das am höchsten liegende Kurzholz mit einem Abstand A von mindestens 20 cm überragt. Abb. 39.

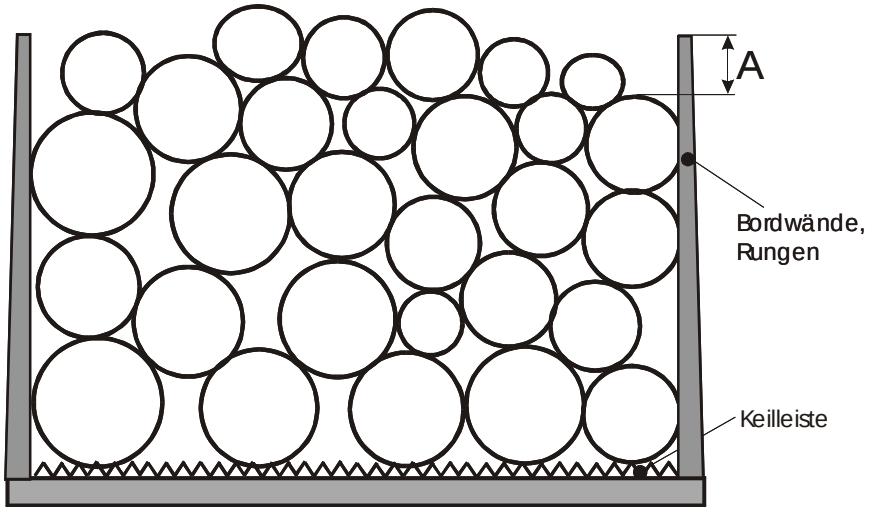

Abb. 39. Sicherheitsabstand oben

4. Sicherung

4.1 Soll ein Teil der Ladung über Formschluss nach vorne gesichert werden, muss das Fahrzeug über eine ausreichend feste Stirnwand verfügen. Wird die Sicherung der Ladung durch Niederzurrung sichergestellt, dann muss ebenfalls eine ausreichend feste stirnseitige Begrenzung der Ladefläche vorhanden sein, die in der Lage ist, einzelne, in Kavernen liegende Stämme am Verlassen des Verbundes (Stapel, bzw. Kontur des Fahrzeugs) zu hindern.

4.2 Soll ein Teil der Ladung über Formschluss nach hinten gesichert werden, dann muss das Fahrzeug über eine ausreichend feste Heckwand verfügen. Wird die Sicherung der Ladung durch Niederzurrung sichergestellt, dann muss eine ausreichend feste heckseitige Begrenzung der Ladefläche vorhanden sein, die in der Lage ist einzelne, in Kavernen liegende Stämme, am Verlassen des Verbundes (Stapel bzw. Kontur des Fahrzeuges) zu hindern. Soll die Ladung durch Niederzurrungen gesichert werden ist jeder Stapel mit mindestens zwei innenliegenden (innerhalb der Rungen) Überspannungen zu sichern.

4.3 Aufgrund des Setzungsvermögens von Holz sind, ggf. mehrfach, die Zurrmittel während eines Transportes nachzuspannen.

5. Literatur

[1] Versuchsbericht des GDV / BGF
[2] Research Report 077, UK, Verkehrsministerium, 2003
[3] VDI 2700 i. d. F. von 1990