



Merkblatt Nr. 2.0/3

Stand: 01.01.1991

alte Nummer: 2.2-1

Ansprechpartner: Referat 14

Hausanschrift: Lazarettstraße 67
80636 München

Telefon: (089) 92 14-01

Telefax: (089) 92 14-14 35

Internet: <http://www.bayern.de/lfw>

E-Mail: poststelle@lfw.bayern.de

Beurteilung der Tragfähigkeit von Eisdecken

1	Zweck des Merkblattes	2
2	Anwendungsbereich	2
3	Allgemeines zur Tragfähigkeit von Eisdecken	2
4	Ermittlung der Beschaffenheit und Stärke der tragfähigen Eisdecke	4
5	Beurteilung der Tragfähigkeit von Eisdecken	5
6	Literatur (Auszug)	6

1 Zweck des Merkblattes

Das Betreten von Eisflächen auf Gewässern ist grundsätzlich mit Gefahren verbunden. Damit niemand zu Schaden kommt, sind vor der Freigabe von Eisflächen bestimmte Regeln zu beachten. Das vorliegende Merkblatt soll helfen, richtige Entscheidungen bei der Sperrung oder Freigabe von Eisflächen auf stehenden Gewässern zu treffen. Es kann nicht auf alle auftretenden Fragen erschöpfend Antwort geben. Zur Beurteilung von Sonderfällen wird auf die am Schluss des Merkblattes erwähnte Literatur verwiesen

Das Merkblatt soll die Verantwortlichen nicht von der Verpflichtung entbinden, die örtlichen Verhältnisse regelmäßig und eingehend zu prüfen und aufgrund der gewonnenen Erkenntnisse die gebotenen Entscheidungen zu treffen und diese gegebenenfalls auch zu ändern.

2 Anwendungsbereich

Das Merkblatt dient der Beurteilung der Tragfähigkeit von Eisdecken auf Gewässern mit weitgehend gleichbleibendem Wasserstand. Es ist bei der Benutzung dieser Eisdecken durch Spaziergänger gegebenenfalls mit Kinderwagen, Schlittschuhläufer, Skilangläufer und Radfahrer anzuwenden.

Es gilt nicht für die darüber hinausgehende Benutzung durch Reiter, Tragtiere, Gespanne, motorisierte bereifte Fahrzeuge und Kettenfahrzeuge einschließlich eventueller Anhängerlasten.

3 Allgemeines zur Tragfähigkeit von Eisdecken

Dauer und Stärke des Frostes, Wind und Schnee sowie die Besonderheiten des Gewässers (z. B. Größe, Tiefe, Quellaufstöße) bestimmen die Tragfähigkeit der Eisdecke. Stellen im See, die für verzögerte Eisbildung und frühes Auftauen bekannt sind, sollen beobachtet, planlich festgehalten und bei Eisdeckenmessungen besonders berücksichtigt werden. Wenn die Eisdecke örtlich zu gering bleibt, so sind diese Bereiche deutlich zu kennzeichnen.

Bei der Eisdeckenmessung darf ein eventuelle aufgewachsenes, an seiner milchigen Farbe erkennbares Schnee-Eis nicht mitgemessen werden, weil sich dessen Eigenschaften stark von denen des durchsichtigen Kerneises unterscheiden.

Für die Festigkeitseigenschaften des Kerneises ist die Temperatur die maßgebliche Größe. Eingeschlossene Fremdstoffe beeinflussen die Festigkeitseigenschaften in der Regel nicht oder nicht in dem Maße, dass die Erfahrungswerte für Süßwasser-Kerneis nicht angewendet werden könnten. Es bedarf also in der Regel keiner Probenahmen und Belastungsversuche, um die Eigenschaften des Eises festzustellen.

Eine Eisdecke trägt Lasten wegen ihrer Schwimmfähigkeit und aufgrund der Hohlform, die infolge der Durchbiegung unter konzentrierter Belastung entsteht. In beiden Fällen ist die Eisdeckenstärke h der maßgebliche Parameter für die Tragfähigkeit. Die Belastbarkeit aufgrund der Schwimmfähigkeit hängt linear von der Eisdicke h ab, während die Belastbarkeit infolge der Durchbiegung dem Quadrat der Eisdicke h proportional ist.



Bei einer gleichmäßigen Lastverteilung auf großen Flächen (keine Durchbiegung) ist die Belastbarkeit durch die floßähnliche Schwimmfähigkeit der Eisdecke begrenzt. Entsprechend dem Auftrieb von blasenfreiem Eis (Dichte = 917 kg/m^3) beträgt die auf die Flächeneinheit bezogene Höchstbelastung q im Fall großer belasteter Flächen (Eisdecke h in Meter):

$$q = (1000 - 917) \times h \text{ [kg/m}^3 \times \text{m]} \\ = 83 \times h \text{ [kg/m}^2\text{]}$$

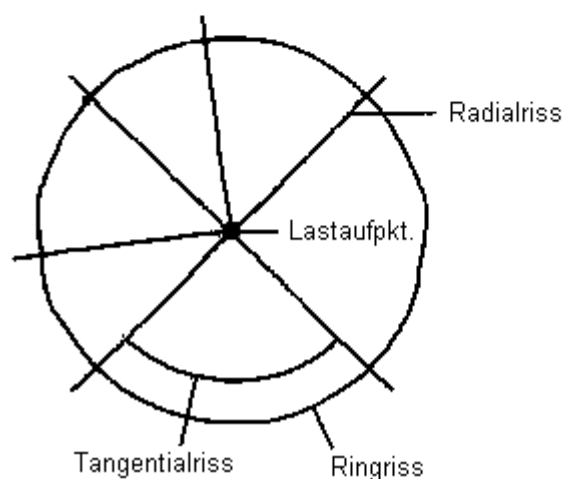
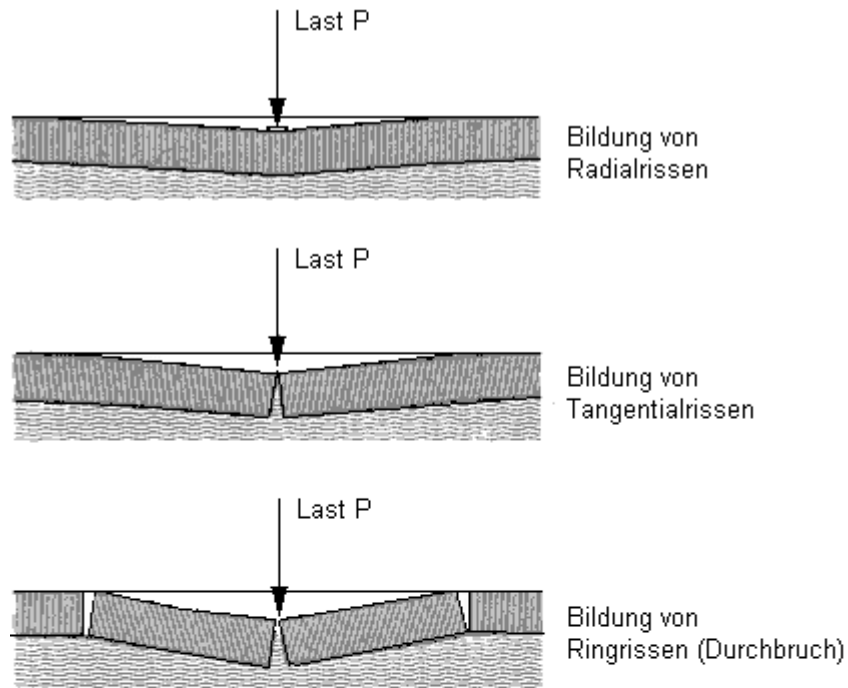


Abb. 1: Tragverhalten einer Eisdecke unter Einwirkung einer Einzellast

Aufgrund der erwähnten Belastbarkeit infolge der Durchbiegung können begrenzte Teilflächen einer Eisdecke erheblich höher belastet werden. Es ist aber immer zu beachten, dass durch die zulässige Belastung von Teilflächen die Höchstbelastung der gesamten Eisdecke nicht überschritten wird.

Hinsichtlich der Tragfähigkeit von Einzellasten lassen sich Belastungen unterscheiden, die das Eis auf Dauer zu tragen vermag von solchen, denen das Eis nur vorübergehend stand hält. Ab einer bestimmten Belastung erfolgt der Bruch der Eisdecke.

Bei Einzellasten bilden sich an der Eisunterfläche vom Zentrum der Last ausgehend sternförmig ausstrahlende Risse. Diese Phase ist ungefährlich, d. h. es ist kein Durchbruch zu erwarten. Im weiteren Verlauf entstehen bei Erhöhung der Last in einem Abstand zur Last an der Eisoberfläche Tangentialrisse, die sich in konzentrischen Kreisrissen schließen.

Diese Tangentialrisse sind als Zeichen akuter Gefahr zu werten. Der Durchbruch erfolgt dann nach einiger Zeit ohne weitere Erhöhung der Last.

Grundsätzlich ist zu beachten, dass sich beginnende Überlastungen durch Rissebildung - verbunden mit krachenden knallartigen Geräuschen - ankündigen. Es ist ratsam, diesen Bereich sofort zu verlassen und Menschengruppen aufzulösen.

4 Ermittlung der Beschaffenheit und Stärke der tragfähigen Eisdecke

Einen ersten Anhaltspunkt über die Beschaffenheit der Eisdecke liefert die Klopfprobe: Wenn das Eis bei einem Hammerschlag „dröhnt“, so kann es als „gesund“ beurteilt werden.

Um Aufschluss über den Aufbau der Eisdecke und damit über die Stärke des Kerneises zu gewinnen,

- a) sind aus der Eisdecke in angemessenen Abständen Probestücke zu schneiden
- b) ist anhand der Probestücke die Grenze zwischen Kerneis und trübem Eis zu bestimmen
- c) ist die Stärke des Kerneises zu messen.

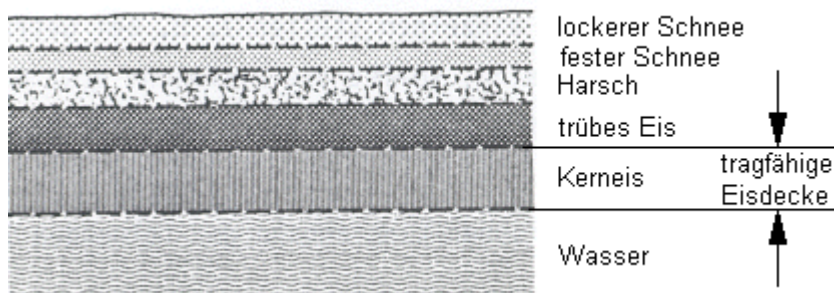


Abb. 2 Schichten einer Eisdecke

Die geringste gemessene Stärke des Kerneises ist für die Freigabe der Eisdecke entscheidend. Einschlüsse im Kerneis mindern dessen Tragfähigkeit nicht.



An den Probelöchern ist zu prüfen, ob die Eisdecke auf dem Wasser aufliegt. Sofern die Eisdecke aufliegt, füllen sich die Probelöcher mit Wasser. Damit sich bei Belastung austretendes Wasser nicht unkontrolliert auf der Eisfläche verbreiten kann (Unfallgefahr), sind die Probelöcher mit einem kleinen Wall aus angetretenem Schnee zu umgrenzen.

Sofern die Eisdecke ausschließlich aus Kerneis besteht (Ausnahme), kann mit Hilfe eines Eismessstabes die Stärke der tragfähigen Eisdecke unmittelbar gemessen werden.

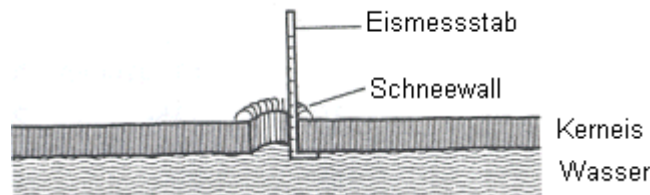


Abb. 3 Messen der Eisstärke mit Eismessstab

5 Beurteilung der Tragfähigkeit von Eisdecken

Bei anhaltender Frostlage können Eisdecken, fall sie auf dem Wasser aufliegen, ab einer Kerneis-Stärke von ca. 10 cm für die allgemeine Benutzung durch die Bevölkerung freigegeben werden.

Sofern Menschenansammlungen an einzelnen Stellen z. B. bei Getränkebudens oder Imbissstuben zu erwarten sind, sollte die Eisfläche erst dann freigegeben werden, wenn das Kerneis eine Stärke von 15 cm erreicht hat.

Die Anzahl der zugelassenen Personen kann anhand der folgenden Tabellen ermittelt werden:

Tab. 1 Höchstbelastung einer Eisdecke für annähernd gleichmäßig verteilte Belastung

Annahme:	Eisdicken h cm			
	10	15	20	30
1 Person = 75 kg				
1. zulässige spezifische Belastung N/m ²	81	121	163	244
2. Flächenbedarf pro Person m ³	9	6	4,6	4
3. erforderlicher Abstand von Person zu Person m	3	2,5	2,1	1,7

Beispiel: Auf einer Fläche von $10 \times 500 \text{ m} = 50\,000 \text{ m}^2 = 5 \text{ ha}$ können bei einer Eisdicke von 15 cm ca. 8 300 Personen zugelassen werden.



Tab. 2 Zulässige Belastungen einer Eisdecke durch konzentrierte belastete Teilflächen beliebiger Form von max. 100 m².

Annahme:	Eisdicken h cm			
	10	15	20	30
1 Person = 75 kg				
1. zulässige spezifische Belastung N/m ²	245	294	343	431
2. Flächenbedarf pro Person m ²	2,8	2,3	2,0	1,0
3. erforderlicher Abstand von Person zu Person m	1,7	1,5	1,4	1,3

Beispiel: Auf einer Teilfläche von 10 m x 10 m = 100 m² können bei einer Eisdicke von 20 cm ca. 50 Personen zugelassen werden.

Der Einhaltung der o. g. Abstände ist größte Bedeutung beizumessen. Die Besucher sind vor Betreten der Eisfläche über den erforderlichen Mindestabstand zu unterrichten und, sofern dies möglich ist, durch Lautsprecheransagen daran zu erinnern.

Wird mit starkem Andrang gerechnet, ist die Zahl der Besucher so genau wie möglich zu ermitteln. Sofern bei Berücksichtigung der Eisflächengröße die max. zulässige Belegung erreicht wird, ist weiteren Besuchern der Zugang zum Eis zu verwehren.

Bei Warmlufteinbrüchen verringert sich die Tragfähigkeit innerhalb von Stunden. Der Verbund des Eises wird durch überwiegend lotrechte Risse gestört. Das Eis wird mürbe. Es dröhnt nicht mehr beim Test durch Hammerschläge. Selbst bei stärkeren Eisdecken ist es nun geboten, die öffentliche Benutzung in absehbarer Zeit zu beenden.

Abschließend sei daran erinnert, dass labormäßige Verhältnisse in der Natur nicht angetroffen werden und dass deshalb zwangsläufig mit Unwägbarkeiten zu rechnen sein wird.

6 Literatur (Auszug)

- Brunk, H.: „Über die Tragfähigkeit von Eisdecken“
Dissertation, TH Braunschweig, 1964
- Körner, H. J.: „Zur Frage der Tragfähigkeit von Eisdecken“, interne Mitteilung des Bayer. Geologischen Landesamtes, München 1985 (unveröffentlicht)
- Röthlisberger, H.: „Das Problem der Tragfähigkeit der Eisdecke anlässlich der Zürcher Seegfröni 1963“, Schweizerische Bauzeitung, 86. Jahrg., Heft 31, 1968

