

Schutzmaßnahmen gegen Gefährdungen durch herabstürzende Gegenstände bei Doppelregalen

Sachgebiet Intralogistik und Handel
Stand: 29.10.2024

Die vorliegende Schrift richtet sich an den Betreiber von Regalanlagen.

Bei Doppelregalen können Gefährdungen durch in den Nachbargang herabstürzende Ladeeinheiten oder durch herabstürzendes Lagergut auftreten. Die vorliegende Fachbereich AKTUELL zeigt, unter welchen unfallbegünstigenden Bedingungen Personen im manuellen und im automatisierten Lagerbetrieb von dieser Gefährdung betroffen sind und welche Schutzmaßnahmen zur Verfügung stehen. Außerdem wird aufgezeigt, dass sich speziell im manuellen Betrieb vermeintlich ausreichende Schutzmaßnahmen als unzureichend erweisen können und wie damit umzugehen ist.

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
2	Rechtsgrundlagen	2
3	Unfallbegünstigende Bedingungen	3
4	Schutzmaßnahmen	5

1 Einführung

Doppelregale werden sowohl im klassischen manuell betriebenen als auch im automatisierten Lager eingesetzt. Um wettbewerbsfähig zu bleiben, setzen immer mehr Unternehmen auf automatisierte Lösungen.

1.1 Manueller Betrieb

Manuell betriebene Lager können als Breitgang- oder Schmalganglager ausgeführt sein. Im Breitganglager kommen typischerweise Schubmaststapler und Gegengewichtsstapler zum Einsatz, während im Schmalganglager spezielle Schmalgangstapler eingesetzt werden. Die Bedienposition von Schubmast- und Gegengewichtsstaplern befindet sich in Bodennähe. Bei Schmalgangstaplern ist die Bedienposition davon abhängig, ob es sich um ein Man-Up- oder um ein Man-Down-Gerät handelt. Bei letzterem befindet sich die Bedienposition in Bodennähe. Regelungen für den Betrieb von Schmalganglagern sind in Abschnitt F der DGUV Vorschrift 68 „Flurförderzeuge“, in der DGUV

Information 208-030 „Personenschutz beim Einsatz von Flurförderzeugen in Schmalgängen“ sowie in der DIN 15185-2 „Flurförderzeuge – Sicherheitsanforderungen – Teil 2: Einsatz in Schmalgängen“ enthalten.

1.2 Automatisierter Betrieb

Der Trend zur Automatisierung bezieht sich nicht nur auf neue Regalanlagen, in denen Regalbedien- geräte betrieben werden. In vielen Projekten werden bestehende manuelle Lager zu automatisierten Anlagen umgerüstet, indem entsprechend ausgerüstete Schubmast-, Gegengewichts- oder Schmal- gangstapler Teil eines fahrerlosen Transportsystems werden. Die Planung und die Gestaltung solcher Systeme werden in der vorliegenden Fachbereich AKTUELL nicht behandelt. Hierzu geben die VDI- Richtlinienreihen 2510 und 2710 sowie die FTS-Leitfäden zur Sicherheit von mobilen Robotern für Planer und Betreiber einen entsprechenden Überblick. Prinzipiell ist auch ein automatisierter und manueller Mischbetrieb oder eine Automatisierung von Teilbereichen des Lagers denkbar.

1.3 Gefährdung durch herabstürzende Gegenstände

Bei Doppelregalen kann es sowohl im manuellen als auch im automatisierten Betrieb dazu kommen, dass beim Ein- und Auslagern von Ladeeinheiten auf einen Stellplatz versehentlich Ladeeinheiten oder Lagergut des nachbargangseitigen Stellplatzes verschoben werden und in der Folge herabstürzen. Wenn sich Personen im Normalbetrieb oder im Rahmen einer Störungsbeseitigung im Nachbargang aufhalten, besteht die Gefährdung von diesen Teilen getroffen zu werden.

2 Rechtsgrundlagen

Gemäß § 3 Abs. 1 und 2 BetrSichV hat der Arbeitgeber die von den Arbeitsmitteln selbst und die von der Arbeitsumgebung ausgehenden Gefährdungen zu beurteilen und daraus notwendige und geeignete Schutzmaßnahmen abzuleiten. Dabei sind insbesondere die Wechselwirkungen zwischen Arbeitsplatz, Arbeitsmittel, Arbeitsverfahren, Arbeitsorganisation, Arbeitsablauf, Arbeitszeit und Arbeitsaufgabe zu berücksichtigen. Darunter fällt beim Betrieb von manuellen und automatisierten Flurförderzeugen in Doppelregalen auch das Szenario des Herabfallens von Lagergut in benachbarte Gassen.

2.1 Manueller Betrieb

In Abschnitt 4.2.4 der DGUV Information 208-061 „Lagereinrichtungen und Ladungsträger“ existieren konkrete Bestimmungen zur Sicherung gegen Herabfallen von Ladeeinheiten und Lagergut. Das Durchschieben in Richtung Nachbargang bei Doppelregalen wird darin wie folgt betrachtet:

- 4.2.4.3 Doppel-Regale, die von zwei Seiten mit nicht leitliniengeführten Flurförderzeugen beladen werden, müssen Durchschiebesicherungen aufweisen, die bis zu einer Höhe von mindes- tens 150 mm wirksam sind.
- 4.2.4.4 Durchschiebesicherungen nach Abschnitt 4.2.4.3 sind nicht erforderlich, wenn bei mittiger Einlagerung zwischen den von beiden Seiten eingebrachten größten Ladeeinheiten ein **Sicherheitsabstand von mindestens 100 mm** gewährleistet ist.

Die Anforderungen nach 4.2.4.3 und 4.2.4.4 der DGUV Information 208-061 beziehen sich somit insbesondere auf manuell betriebene Breitganglager, in denen vor allem Gegengewichts- und Schubmaststapler eingesetzt werden. Auf diese Weise wird der im Vergleich zu leitliniengeführten Flurförderzeugen geringeren Positioniergenauigkeit beim Einlagern Rechnung getragen.

Achtung: Unter bestimmten unfallbegünstigenden Bedingungen kann die Schutzmaßnahme nach Abschnitt 4.2.4.4 der DGUV Information 208-061 (Sicherheitsabstand von mindestens 100 mm) ihre Schutzwirkung verlieren! Siehe dazu Abschnitt 3.1 der vorliegenden Schrift.

Hinweis für Schmalganglager:

Für manuell betriebene Schmalganglager mit leitliniengeführten Flurförderzeugen gilt die Anforderung nach 4.2.4.3 der DGUV Information 208-061 nicht. Die Sicht der Bedienerperson auf den Stellplatz hängt unter anderem von der Gerätebauart (Man-Up oder Man-Down) ab. So ist im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu prüfen, ob auch beim Einsatz von leitliniengeführten Flurförderzeugen Maßnahmen zur Verhinderung des Durchschiebens erforderlich sind.

2.2 Automatisierter Betrieb

Bei der Umrüstung von manuellen zu automatisierten Staplern wird derjenige, der die Umrüstung durchführt, zum Hersteller – mit allen damit verbundenen Pflichten. Diese beinhalten unter anderem die Durchführung einer Risikobeurteilung, mit dem Ziel, die grundlegenden Anforderungen nach Anhang I der Maschinenrichtlinie abzudecken.

Geltende Anforderungen für Flurförderzeuge, die in den Normenreihen DIN EN ISO 3691 und DIN EN 16307 behandelt werden, bleiben durch diese Fachbereich AKTUELL unberührt. Das Risiko eines Lastabsturzes in die Nachbargasse wird in diesen Normenreihen nicht behandelt, da es sich außerhalb der betrachteten Grenzen der Flurförderzeuge befindet. Diese Gefährdung muss durch den Betreiber berücksichtigt werden muss (vgl. Abschnitt 2 der vorliegenden Schrift).

Im Gegensatz zu den Flurförderzeugen wird bei Regalbediengeräten das Zusammenspiel zwischen dem Regalbediengerät und der Infrastruktur in der zu Grunde liegenden Norm betrachtet. Dieses Szenario liegt also innerhalb der Grenzen der Maschine. Es wird in den Abschnitten 4.10.7.2 und 4.10.7.3 der DIN EN 528:2023-02 behandelt.

3 Unfallbegünstigende Bedingungen

Im Folgenden wird dargestellt, unter welchen unfallbegünstigenden Bedingungen ein Lastabsturz in der Nachbargasse ausgelöst werden kann.

Für den manuellen und den automatisierten Betrieb ist eine unfallbegünstigende Bedingung, dass eine **Verschiebbarkeit** der Ladeinheit möglich ist. Diese ist abhängig von der Gestaltung der Regalablage. Es lassen sich folgende Varianten der Regalablage unterscheiden (siehe Abbildung 1):

- Lagerung auf Regalträgern:
Bei der Lagerung auf Regalträgern ist die Verschiebbarkeit eingeschränkt. Im schlimmsten Fall fällt die einzulagernde Ladeinheit zwischen die Regalträger. Dieses Szenario inklusive der

Folgendermaßen wie die Bergung der havarierten Ladeeinheit muss ebenfalls im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung betrachtet werden, ist aber nicht Gegenstand dieser Schrift.

- Lagerung auf Einlegeböden, Gitterrosten oder Tiefenstegen: Bei der Lagerung auf Einlegeböden, Gitterrosten oder Tiefenstegen ist eine freie Verschiebbarkeit möglich. Die Ladeeinheit auf dem gegenüberliegenden Stellplatz kann so weit verschoben werden, bis sie in den Nachbargang herabstürzt.

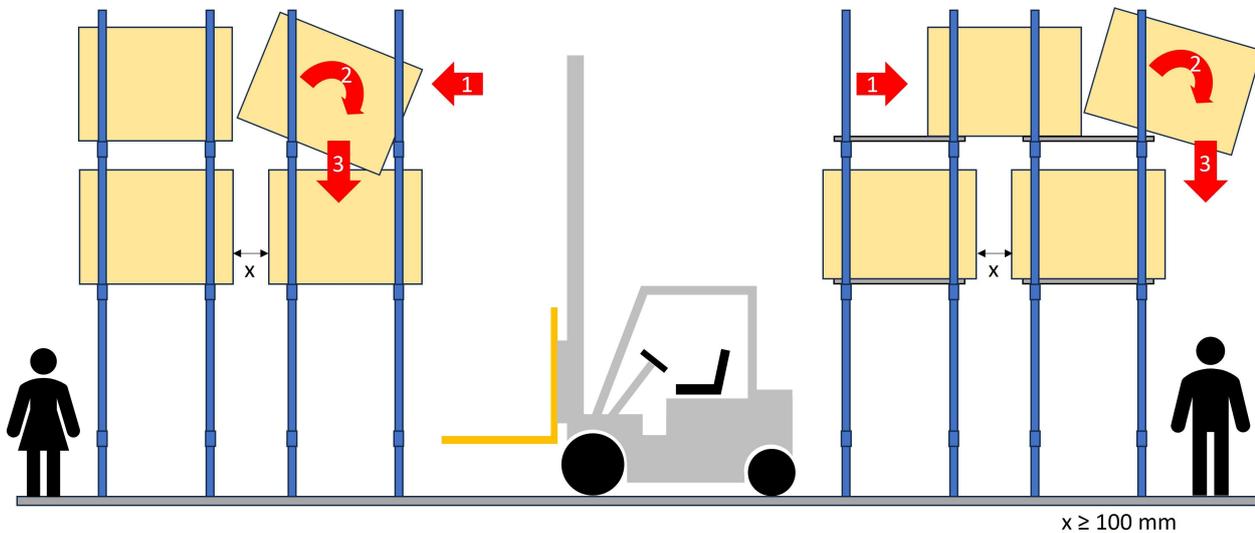


Abbildung 1: Lagerung auf Regalträgern (links) und auf Einlegeböden (rechts)

3.1 Manueller Betrieb

Neben der Verschiebbarkeit sind im manuellen Betrieb schlechte **Sichtverhältnisse auf den Stellplatz** (Distanz zwischen Auge und angehobener Last) eine maßgebliche unfallbegünstigende Bedingung. Bei guten Sichtverhältnissen auf den Stellplatz ist es für die Bedienungsperson leicht möglich, eine Verschiebung festzustellen und dementsprechend eine weitere Bewegung zu stoppen. Bei Man-Up-Geräten im Schmalganglager ist in der Regel eine gute Sicht auf den Stellplatz gegeben. Befindet sich die Bedienposition jedoch am Boden, sind die Sichtverhältnisse abhängig von der Höhe des Regalfachs und der Art der gewählten Regalablage (siehe Tabelle 1 zur Orientierung).

	0 bis 2 m	2 m bis 10 m	mehr als 10 m
Regalträger	gut	gut	mäßig
Regalträger mit Tiefenstegen	gut	gut	mäßig
Regalträger mit Gitterrost	gut	mäßig	schlecht
Regalträger mit Einlegeböden	gut	schlecht	schlecht

Tabelle 1: Orientierungswerte für die Sichtverhältnisse

Bei der Verwendung von Tiefenstegen, Gitterrosten und Einlegeböden führt die Kombination aus Verschiebbarkeit und höhenabhängigen schlechten Sichtverhältnissen auf den Stellplatz dazu, dass der Abstand von mindestens 100 mm nach Abschnitt 4.2.4.4 der DGUV Information 208-061 seine vorgesehene Schutzwirkung verliert.

3.2 Automatisierter Betrieb

Bei der automatisierten Anwendung wirken elektronische Fehlfunktionen in der Steuerung und Fehler im Lagerverwaltungssystem als unfallbegünstigende Bedingungen. Dabei ist zwischen Fehlfunktionen bei freien und bei belegten Stellplätzen zu unterscheiden.

- Fehlfunktion bei freien Stellplätzen:
Durch eine Fehlfunktion in der Steuerung des automatisierten Flurförderzeugs kann es zu einer zu tiefen Einlagerung in das Regal kommen, sodass die gegenüberliegende Ladeinheit verschoben wird.
- Fehlfunktion bei belegten Stellplätzen:
Weiterhin kann eine Fehlfunktion in der Steuerung des Flurförderzeugs, im Lagerverwaltungssystem oder durch falsche Quittierung bei manueller Einlagerung (im Mischbetrieb) dazu führen, dass ein bereits belegter Stellplatz angefahren wird. Dabei wird die bereits vorhandene Ladeinheit um die gesamte Tiefe der einzulagernden Ladeinheit verschoben.

4 Schutzmaßnahmen

Bei der Festlegung etwaiger Schutzmaßnahmen ist das TOP-Prinzip gemäß § 4 Abs. 2 BetrSichV umzusetzen, wonach technische Schutzmaßnahmen vorrangig vor organisatorischen und personenbezogenen Schutzmaßnahmen anzuwenden sind.

4.1 Manueller Betrieb

Mögliche Schutzmaßnahmen:

- Durchschubsicherungen im Sinne des Abschnitts 4.2.4.3 der DGUV Information 208-061. Dies ist als technische Schutzmaßnahme die sicherste Maßnahme.
- Ausreichender Abstand im Sinne des Abschnitts 4.2.4.4 der DGUV Information 208-061. Diese Maßnahme ist im Regelfall ausreichend. Beim Einsatz von Tiefenstegen, Gitterrosten oder Einlegeböden ist eine ausreichende Sicht der Bedienerperson auf den Stellplatz sicherzustellen. Eine ausreichende Sicht auf den Stellplatz kann zum Beispiel durch die Verwendung von Bedienerassistenzsystemen wie Gabelzinkenkameras erreicht werden.
- Sperrung der benachbarten Gassen des betrachteten Gangs. Diese Maßnahme ist organisatorisch und daher nachrangig zu den zuvor genannten Maßnahmen zu sehen.

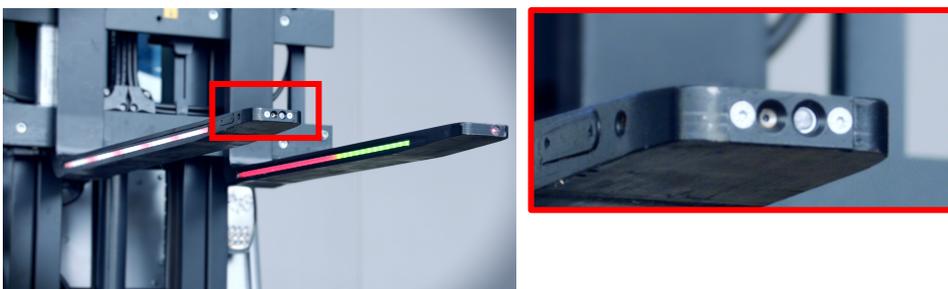


Abbildung 2: Gabelzinkenkamera

Hinweis für Schmalganglager:

Bei üblicherweise nur im Schmalgang verwendeten Man-Up-Geräten besteht bei der Ein- und Auslagerung bauartbedingt eine sehr gute Sicht auf den Stellplatz. Im Regelfall sind daher keine Maßnahmen zur Verhinderung des Lastabsturzes in die Nachbargasse erforderlich. Die Verantwortung für die sichere Ein- und Auslagerung liegt hier bei der Bedienperson.

4.2 Automatisierter Betrieb

Das betrachtete Szenario des Lastabsturzes in die Nachbargasse ist bei automatisierten Flurförderzeugen und Regalbediengeräten vergleichbar, wenngleich es sich um grundsätzlich unterschiedliche Arbeitsmittel handelt. Der Arbeitgeber kann sich bei der Ableitung von Schutzmaßnahmen gemäß § 3 Abs. 1 BetrSichV an in den Abschnitten 4.10.7.2 und 4.10.7.3 der DIN EN 528:2023-02 beschriebenen Stand der Technik orientieren.

Das der DIN EN 528 zu Grunde liegende Bereichskonzept lässt sich auf die hier behandelte Anwendung übertragen (siehe Abbildung 3). Man unterscheidet zwischen:

- Arbeitsplatz bzw. Verkehrsbereich (grün, Strich-Punkt-Linie): Bereich, der zugänglich oder erreichbar ist, ohne eine Schutzeinrichtung zu öffnen, einen Auslöser zu aktivieren oder zusätzliche Mittel zu verwenden. Bei einem teilautomatisierten Lager entspricht dieser Bereich den Gassen, in denen die Ein- und Auslagerung mit manuell bedienten Staplern erfolgt.
- Gefahrenbereich (rot, Strich-Linie): Bereich, in dem Personen einer Gefahr ausgesetzt sein können, während sich die Maschine in Betrieb befindet. Bei einem automatisierten oder teilautomatisierten Lager entspricht dieser Bereich den Gassen, in denen die Ein- und Auslagerung mit automatisierten Staplern erfolgt.
- Wartungsbereich (blau): Bereich, zu dem nur autorisierte Bediener Zugang haben, die speziell für Instandhaltung, Fehlerbehebung und Reparaturarbeiten ausgebildet sind. Häufig ist der Wartungsbereich oder ein Teil davon auch temporär begrenzt. Nach Abschluss der Instandhaltung, Fehlerbehebung oder Reparaturarbeiten wird der Bereich wieder zum Gefahrenbereich. Bei einem automatisierten oder teilautomatisierten Lager entspricht dieser Bereich den Gassen, die für die automatisierte Ein- und Auslagerung vorgesehen sind, aber in denen beispielsweise eine Störungsbeseitigung durch das Instandhaltungspersonal erfolgt.

Im Wartungsbereich weichen die Schutzmaßnahmen zur Abgrenzung gegen den Gefahrenbereich (Fall B, siehe Abschnitt 4.10.7.2 der DIN EN 528:2023-02) von denen an Arbeitsplätzen oder in Verkehrsbereichen (Fall A, siehe Abschnitt 4.10.7.3 der DIN EN 528:2023-02) ab. Das gilt auch im Hinblick auf das Szenario eines Lastabsturzes in die Nachbargasse.

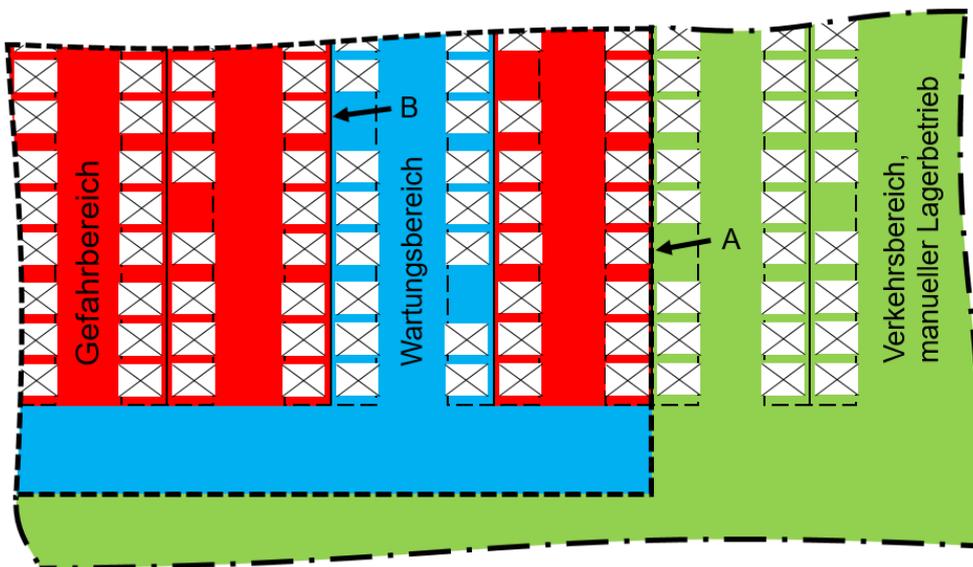


Abbildung 3: Bereichskonzept (Beispiel)

Mögliche Schutzmaßnahmen für Fall A:

- Falls alle Teile der spezifizierten Last eine Einheit bilden und damit das Herabfallen einzelner Teile verhindert ist, kann eine mechanische Durchschubsicherung oder alternativ eine elektrosensitive oder elektromechanische Schutzeinrichtung verwendet werden.
- Besteht die Möglichkeit, dass einzelne Teile der Last herunterfallen können, müssen großflächige Rückhalteeinrichtungen wie Gitter oder Netze zum Einsatz kommen. Die Rückhalteeinrichtungen müssen so engmaschig sein, dass sie auch die kleinsten Teile der Last zuverlässig zurückhalten können.

Mögliche Schutzmaßnahmen für Fall B (Es genügt, eine der aufgeführten Maßnahmen umzusetzen. Eine Kombination ist möglich, aber nicht erforderlich):

- Verhinderung von Lastbewegungen beim Ein- und Auslagern in benachbarten Gassen des betrachteten Gangs durch
 - mechanische Durchschubsicherung (entspricht der Durchschubsicherung gemäß Abschnitt 4.2.4.3 der DGUV Information 208-061)
 - steuerungstechnische Umsetzung am Flurförderzeug oder im Lagerverwaltungssystem
- Verhinderung der Einfahrt in benachbarte Gassen des betrachteten Gangs durch
 - Einschränkung des Fahrbereichs des Flurförderzeugs (steuerungstechnische Maßnahme)
 - manuelle Absperrmaßnahmen (zum Beispiel Pylone, die durch den Laserscanner am Flurförderzeug detektiert wird)

Literatur

- DGUV Information 208-030 „Personenschutz beim Einsatz von Flurförderzeugen in Schmalgängen“
- DGUV Information 208-061 „Lagereinrichtungen und Ladungsträger“
- VDI-Richtlinienreihe 2510 „Technik von Fahrerlosen Transportsystemen (FTS)“
- VDI-Richtlinienreihe 2710 „Ganzheitliche Planung von Fahrerlosen Transportsystemen (FTS)“
- FTS-Leitfaden „Sicherheit von mobilen Robotern – Leitfaden für Planer“, Hrsg. Forum-FTS
- FTS-Leitfaden „Sicherheit von mobilen Robotern – Leitfaden für Betreiber“, Hrsg. Forum-FTS
- DIN EN 528:2023-02 „Regalbediengeräte – Sicherheitsanforderungen“

Bildnachweis

Die gezeigten Bilder wurden freundlicherweise zur Verfügung gestellt von:

- Abbildung 1: BGHM
- Abbildung 2: VETTER
- Abbildung 3: BGHW

Herausgeber

Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
Fax: 030 13001-9876
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

Sachgebiet Intralogistik und Handel
im Fachbereich Handel und Logistik
der DGUV www.dguv.de/fbhl

Die Fachbereiche der DGUV werden von den Unfallkassen, den branchenbezogenen Berufsgenossenschaften sowie dem Spitzenverband DGUV selbst getragen. Für den Fachbereich Handel und Logistik ist die Berufsgenossenschaft Handel und Warenlogistik (BGHW) der federführende Unfallversicherungsträger und damit auf Bundesebene erster Ansprechpartner in Sachen Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit für Fragen zu diesem Gebiet.

An der Erarbeitung dieser Fachbereich AKTUELL haben mitgewirkt:
BG ETEM, BGHM, BGHW, BGN, BG Verkehr, VBG