

Bericht über Brände und Unfälle in Tunnelanlagen

Bericht gemäß § 3 Abs. 8 STSG beziehungsweise EU-Direktive
2004/54/EG

1999-2021

Wien, 2022

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie, Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Autorinnen und Autoren: Sandra Schmied, Bernd Strnad / KfV Sicherheit-Service GmbH
Wien, 2022. Stand: 30. September 2022

Rückmeldungen: Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an
ivvs1@bmk.gv.at.

Kurzfassung und Abstract

Kurzfassung

Die vorliegende Studie untersucht das Unfallgeschehen in Tunnels auf Österreichs Autobahnen und Schnellstraßen. In Österreich ereigneten sich in Tunnelanlagen mit einer Länge über 500 m im Zeitraum 2006-2021 pro Jahr durchschnittlich 87 Unfälle mit Personenschaden auf Autobahnen und Schnellstraßen. Dabei verunglückten jährlich im Schnitt 143 Personen, drei bis vier Personen wurden dabei durchschnittlich pro Jahr getötet.

Berücksichtigt man auch die Tunnelröhren mit einer Länge von über 200 m und betrachtet den Zeitraum 1999-2021, so erhöht sich die Zahl der Tunnelunfälle auf durchschnittlich 98 Unfälle mit Personenschaden pro Jahr auf Autobahnen und Schnellstraßen. Dabei verunglückten jährlich im Schnitt 166 Personen, sechs Personen wurden dabei durchschnittlich pro Jahr getötet.

Die Wahrscheinlichkeit an einem Unfall beteiligt zu sein oder zu verunglücken, ist in Tunnelbereichen mit Längen über 200 m niedriger als im gesamten hochrangigen Netz. Die Wahrscheinlichkeit, bei einem Unfall in einem Tunnel ab einer Länge von 200 m im Autobahnen- und Schnellstraßennetz getötet zu werden, ist höher als auf Autobahnen und geringer als auf Schnellstraßen. Die Unfallkostenrate, welche die Unfallschwere berücksichtigt, liegt in Tunnels nur geringfügig über der von Autobahnen, aber deutlich unter der von Schnellstraßen.

Hinsichtlich der Örtlichkeiten der Unfälle in Tunnelbereichen mit einer Länge über 500 m sind im Portalbereich, gefolgt vom Einfahrtsbereich, die höchsten Unfallraten zu verzeichnen. Die übrigen Bereiche weisen deutlich niedrigere Unfallraten auf. Es treten dabei keine wesentlichen Unterschiede zwischen Tunnels im Richtungsverkehr beziehungsweise Gegenverkehr auf.

Wie im gesamten ASFINAG-Netz weist in Tunnels mit einer Länge über 500 m die Unfalltypenobergruppe „Unfälle im Richtungsverkehr“, die vor allem Auffahrunfälle und Streifkollisionen beinhaltet, den höchsten Anteil am Unfallgeschehen auf. Der Anteil

dieser Unfalltypenobergruppe liegt in Richtungsverkehrstunnels deutlich über dem Schnitt des Gesamtnetzes.

Ereignisse in Tunnelanlagen – Unfälle mit Sach- oder Personenschaden, Brände – werden häufig von Streckenpersonal oder Einsatzkräften per Funk oder Telefon an die ASFINAG gemeldet. Technische Sicherheitseinrichtungen wie automatische Erkennung von Ereignissen und Gefahrenmeldeeinrichtungen spielten in etwa 35 % der Fälle mittelbar oder unmittelbar eine Rolle bei der Ereignismeldung. Etwa 1.720 Ereignisse wurden ausschließlich mit diesen Einrichtungen an die ASFINAG gemeldet. Sie sind somit für die Informationsübertragung als wesentlich anzusehen.

Bei Ereignissen in Tunnels ab einer Länge von 500 m finden vor allem Notrufeinrichtungen und Abstellmöglichkeiten häufige Verwendung. Fluchtmöglichkeiten wurden bei Unfall- oder Brandereignissen im Untersuchungszeitraum insgesamt rund 140-mal verwendet und somit durchschnittlich 10-mal pro Jahr. Brandereignisse in Tunnels stellen zwar nur einen geringen Anteil an allen Ereignissen dar, in diesen Fällen sind Feuerlöscheinrichtungen jedoch wesentlich und werden häufig benutzt.

Abstract

The report presents an analysis of accidents in tunnels on Austrian motorways and expressways (= high-level network).

Between 2006 and 2021 in tunnels longer than 500 m, on average 87 tunnel accidents involving personal injury were registered per year. Annually, on average 143 road users were injured and 3 to 4 persons killed. Including tunnels with a length longer than 200 m and extending the reporting period to 1999-2021, these numbers shift to 98 injury accidents, 166 injured road users and 6 persons killed.

The probabilities of an accident occurring in a tunnel in the motorway and expressway network and of being injured in such an accident are lower than on the entire high-level network. The accident cost rate in tunnels is slightly higher than that on motorways and distinctly lower than that on expressways. The probability of being killed in a tunnel accident on the motorway and expressway network is higher than on motorways and lower than on expressways.

Regarding the locations of accidents in tunnel areas, the portal area, which designates the section 10 m before and after the portal, shows the highest accident rates. The adjacent entrance area has the second highest rates. All other areas similarly have lower accident rates. There are no significant differences between tunnels with unidirectional traffic and bidirectional tunnels. As in the entire ASFINAG network, accidents in unidirectional traffic dominate in tunnels. The share of this accident type is above the average of the entire network in tunnels with unidirectional traffic.

Registered incidents in tunnels include accidents with and without injuries and fire incidents. In many cases, incidents in tunnels are detected and reported to ASFINAG by ASFINAG staff or the police. In about 35 % of reported incidents technical devices like automatic detection equipment or hazard alarm systems were used. More than 1,720 incidents were reported to ASFINAG exclusively with these devices.

In tunnels longer than 500 m emergency call facilities and possibilities to temporarily park the vehicles, like hard shoulders and emergency bays, are frequently used. Between 2006 and 2021 escape possibilities were used 140 times in total at fire incidents and accidents, thus about 10 times per year. Fire incidents only have a low portion of all incidents, but in these cases firefighting equipment is essential and frequently used.

Inhalt

Kurzfassung und Abstract	3
Kurzfassung	3
Abstract	4
1 Einleitung	8
1.1 Ausgangssituation.....	8
1.2 Aufgabenstellung und Methodik.....	11
1.3 Definitionen und verwendete Beurteilungskriterien	12
1.3.1 Definition Straßentunnel	12
1.3.2 Definition Straßenverkehrsunfall und Verunglückte.....	12
1.3.3 Berechnung der Unfallkosten	13
1.3.4 Unfallrelativzahlen.....	14
2 Vergleich Unfallrelativzahlen	16
2.1 Ausgangssituation.....	16
2.2 Unfallrelativzahlen.....	18
2.3 Verletzungsschwere.....	20
2.4 Zusammenfassung Unfallrelativzahlen.....	21
3 Analyse des Unfallgeschehens in Tunnels gemäß Straßentunnel-Sicherheitsgesetz	23
3.1 Entwicklung des Unfallgeschehens.....	23
3.2 Unfallraten in unterschiedlichen Tunnelbereichen.....	28
3.3 Unfalltypen in unterschiedlichen Tunnelbereichen	30
3.4 Vermutete Unfallursachen	32
3.5 Zusammenfassung Unfallgeschehen	33
4 Analyse von Ereignissen in Tunnels gemäß Straßentunnel-Sicherheitsgesetz	35
4.1 Ereignisse in Tunnelanlagen ab 500 m Länge in den Jahren 2006-2021.....	35
4.2 Brandereignisse	36
4.3 Analyse der Art der Ereignismeldungen	39
4.4 Analyse der benutzten Sicherheitseinrichtungen	42
4.4.1 Unfallereignisse	43
4.4.2 Brandereignisse	44
4.5 Analyse der Wirksamkeit der Sicherheitseinrichtungen	45
Empfehlungen	47
Maßnahmen im Bereich Infrastruktur	47
Maßnahmen im Bereich Überwachung sowie bewusstseinsbildende Maßnahmen	47
Zusammenfassung	49

Unfallgeschehen in Tunnels von Autobahnen und Schnellstraßen	49
Vergleich von Tunnelbereichen mit Autobahnen und Schnellstraßen.....	49
Unfallörtlichkeiten, Unfalltypen, vermutete Unfallursachen	50
Ereignisse in Tunnels – Unfälle mit Sach- oder Personenschaden sowie Brände	50
Summary	52
Accidents in tunnels of motorways and expressways	52
Comparison of tunnel areas with motorways and expressways	52
Accident locations, accident types, accident causes	52
Incidents in tunnels – injury accidents, accidents with damage to property only and fires	53
Tabellenverzeichnis.....	54
Abbildungsverzeichnis.....	55
Literaturverzeichnis	56
Abkürzungen.....	58

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation

Im April 2004 wurde die Richtlinie 2004/54/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über die Mindestanforderungen an die Sicherheit von Tunneln im transeuropäischen Netz veröffentlicht. Die Richtlinie definiert Anforderungen an Straßentunnels, wobei infrastrukturelle, betriebliche und organisatorische Aspekte behandelt werden. Die Umsetzung der Richtlinie in österreichisches Recht erfolgte im Jahr 2006 mit dem Straßentunnel-Sicherheitsgesetz (STSG). Dieses Bundesgesetz gilt für alle Tunnel mit einer Länge von mehr als 500 m im Verlauf von Bundesstraßen A oder S gemäß Bundesstraßengesetz 1971 in der geltenden Fassung.

In Weiterführung der in der Vergangenheit durchgeführten Auswertungen werden im vorliegenden Bericht Tunnelanlagen mit einer Länge von mindestens 200 m betrachtet. Einzelne Auswertungen erfolgen in Berücksichtigung des Straßentunnel-Sicherheitsgesetzes für Tunnel mit mindestens 500 m Länge.

In Österreich werden nach Angaben der ASFINAG aktuell 133 Tunnelanlagen mit einer Länge über 200 m auf Autobahnen und Schnellstraßen betrieben. Die Gesamtlänge aller Tunnelanlagen mit einer Röhrenlänge von über 200 m betrug im Untersuchungszeitraum rund 390 km, davon entfallen rund 360 km auf Tunnelanlagen mit über 500 m Röhrenlänge. Das Gesamtnetz der ASFINAG weist derzeit insgesamt eine Streckenlänge von rund 2.260 km auf (Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, 2022, S. 10).

Ab 1. Jänner 2012 kam es im Bereich der Statistik der „Straßenverkehrsunfälle mit Personenschaden“ zu einer weitreichenden Änderung. Die Datenerhebung und -übermittlung erfolgt seither nicht mehr mit Unfallzählblättern, sondern via „Unfalldatenmanagement“ (UDM) elektronisch. Aufgrund der geänderten Erhebungsmethode und eines erweiterten beziehungsweise geänderten Merkmalskatalogs ist ein direkter Vergleich der Ergebnisse bis 2011 mit jenen ab 2012 nicht zulässig. Mit Jänner 2018 wurde der Merkmalskatalog neuerlich adaptiert, die durchgeführten Änderungen haben jedoch keine Auswirkungen auf die im vorliegenden Bericht untersuchten Unfallparameter.

Die Anzahl der Unfälle mit Personenschaden, der Verunglückten und der Getöteten sowie die Unfallfolgekosten in Tunnels mit einer Länge von über 200 m werden in Tabelle 1 im Jahresvergleich dargestellt. Es wurden insgesamt 2.263 Unfälle mit Personenschaden ausgewertet, die sich im Untersuchungszeitraum 1999 bis 2021 in Tunnels über 200 m Länge ereigneten. Insgesamt verunglückten 3.815 Personen bei Tunnelunfällen, 138 wurden dabei getötet. Die volkswirtschaftlichen Unfallfolgekosten betragen durchschnittlich 23,3 Mio. Euro pro Jahr.

Tabelle 1 Unfallgeschehen in Tunnels mit einer Länge von über 200 m auf Autobahnen und Schnellstraßen (1999-2021)

Jahr	Unfälle mit Personenschaden	Verunglückte	Getötete	Unfallfolgekosten [Mio. Euro]
1999	83	183	16	15,6
2000	109	168	14	13,8
2001	85	174	18	18,0
2002	95	156	13	13,1
2003	93	154	4	5,2
2004	133	231	6	38,5
2005	112	201	7	33,3
2006	69	128	4	21,8
2007	96	180	3	27,5
2008	84	155	6	39,3
2009	60	121	7	35,4
2010	75	108	4	23,3
2011	48	80	5	23,5
2012	110	168	7	33,1
2013	99	172	3	21,2
2014	105	167	3	18,6
2015	110	163	1	13,6
2016	137	213	3	27,5

Jahr	Unfälle mit Personenschaden	Verunglückte	Getötete	Unfallfolgekosten [Mio. Euro]
2017	138	247	2	26,1
2018	133	198	2	21,3
2019	124	188	6	34,9
2020	84	122	4	22,1
2021	81	137	0	8,6
Gesamt	2.263	3.815	138	535,3
Durchschnitt	98	166	6	23,3

Quelle Statistik Austria, Bearbeitung KfV Sicherheit-Service GmbH;

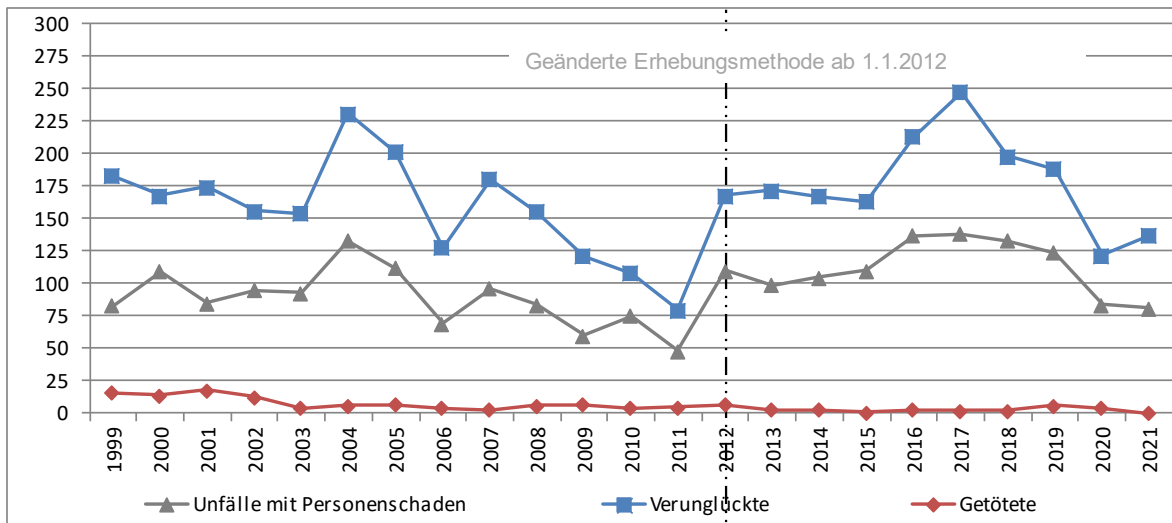
Ein direkter Vergleich der Jahresergebnisse vor 2012 mit den Jahren danach ist wegen der ab 2012 geänderten Unfallermittlungsmethode nicht möglich.

Die Anzahl der bei Tunnelunfällen getöteten Personen lag im Zeitraum 2003 bis 2020 stets zwischen eins und sieben. In den ersten vier Betrachtungsjahren lag die Zahl darüber. Seit 2013 war diese Zahl besonders niedrig, lediglich im Jahr 2019 wurde mit sechs Getöteten wieder ein höherer Wert verzeichnet. Im Jahr 2021 wurden hingegen erstmals keine Getöteten verzeichnet.

Die Unfallfolgekosten werden regelmäßig angepasst. Bei der vorliegenden Berechnung wurde für die jeweiligen Zeiträume folgende Preisbasis herangezogen:

- Jahre 1999-2003: Preisbasis 1993
- Jahre 2004-2007: Preisbasis 2006
- Jahre 2008-2009: Preisbasis 2008
- Jahre 2010-2011: Preisbasis 2010
- Jahre 2012-2015: Preisbasis 2011
- Jahre 2016-2021: Preisbasis 2016

Abbildung 1 Entwicklung der Unfälle mit Personenschaden, der Verunglückten und Getöteten (1999-2021) in Tunnels mit einer Länge über 200 m



Quelle Statistik Austria, Bearbeitung KfV Sicherheit-Service GmbH;

Ein direkter Vergleich der Jahresergebnisse vor 2012 mit den Jahren danach ist wegen der ab 2012 geänderten Unfallermhebungsmethode nicht möglich.

1.2 Aufgabenstellung und Methodik

Ab 01.01.2006 wurden Ereignisse in Tunnelanlagen in den Tunnelüberwachungszentralen der ASFINAG anhand einer vordefinierten Eingabemaske in eine sogenannte Tunneldatenbank eingegeben. Im Jahr 2016 wurde die Tunneldatenbank in die ASFINAG-Ereignisdatenbank integriert.

Anhand der von der ASFINAG gesammelten Daten sowie der Unfalldaten der Statistik Austria wurde die Studie „Sicherheitsvergleich von Straßentunnel“ erstellt (Nussbaumer & Nitsche, Sicherheit von Straßentunnels; Verkehrssicherheit in Tunnels auf Autobahnen und Schnellstraßen, 2008), in welcher die Tunnelunfälle im Zeitraum 1999-2007 untersucht wurden. Diese Studie wurde in den nachfolgenden Jahren jeweils ergänzt:

- (Nussbaumer & Nossek, Sicherheit von Straßentunnels; Verkehrssicherheit in Tunnels auf Autobahnen und Schnellstraßen (1999-2009), 2010)
- (Schwaighofer, Schneider, & Donabauer, 2012)
- (Schwieger, Strnad, Ortner, & Donabauer, 2014)

- (Strnad & Schmied, Sicherheit von Straßentunnels; Verkehrssicherheit in Tunnels auf Autobahnen und Schnellstraßen (1999-2015), 2016)
- (Strnad & Schmied, Bericht über Brände und Unfälle in Tunnelanlagen (1999-2017), 2018)
- (Strnad & Radon, 2020)

Das Unfallgeschehen der untersuchten Autobahn- und Schnellstraßentunnels wird mit jenem des Autobahnen- und Schnellstraßennetzes verglichen. Danach folgen Auswertungen über den Unfallort, die Unfalltypen und die vermuteten Ursachen von Tunnelunfällen. Schlussendlich werden die in der Ereignisdatenbank der ASFINAG dokumentierten Ereignisse sowie die bei Ereignissen verwendeten Sicherheitseinrichtungen in Tunnelanlagen betrachtet.

Ziel des Projektes ist die österreichweite Datenanalyse von Tunnelunfällen am hochrangigen Netz im Zeitraum 1999 bis 2021. Anhand der Ergebnisse der Untersuchung werden Maßnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit angeführt.

1.3 Definitionen und verwendete Beurteilungskriterien

1.3.1 Definition Straßentunnel

Ein Straßentunnel ist ein Bauwerk, welches den Zwecken des Straßenverkehrs dient und einen völlig geschlossenen Querschnitt aufweist (FSV - Österreichische Forschungsgesellschaft Straße-Schiene-Verkehr, 2009). Ein Straßentunnel in offener Bauweise ist ein Straßentunnel, welcher in einer Baugrube beziehungsweise auf oder über der Geländeoberfläche errichtet wird. Dazu gehören:

- Einhausung: Überbauung einer Straße oder Brücke mit einem völlig geschlossenen Querschnitt
- Grünbrücke: Überbauung einer Straße mit einem völlig geschlossenen Querschnitt
- Unterflurtrasse/-strecke: Straßentunnel in offener Bauweise, welcher in Tieflage errichtet und anschließend eingeschüttet wird

1.3.2 Definition Straßenverkehrsunfall und Verunglückte

Ein Straßenverkehrsunfall mit Personenschaden liegt vor, wenn infolge des Straßenverkehrs auf Straßen mit öffentlichem Verkehr Personen verletzt oder getötet

wurden und daran zumindest ein in Bewegung befindliches Fahrzeug beteiligt war (Statistik Austria, 2022).

Verunglückte sind Personen, die entweder verletzt (schwer, leicht, nicht erkennbaren Grades) oder getötet werden. Als tödlich verunglückt gelten in der österreichischen Verkehrsstatistik jene Personen, die sofort oder innerhalb von 30 Tagen infolge eines Verkehrsunfalls sterben. Ob eine Verletzung schwer oder leicht ist, wird nach § 84 Strafgesetzbuch beurteilt. Die Zuordnung „nicht erkennbaren Grades verletzt“ erfolgte, wenn es dem ausfüllenden Organ oder einem Arzt nicht möglich war, den Grad der Verletzung festzustellen. Diese Kategorie gibt es seit der geänderten Erhebungsmethode im Jahr 2012 nicht mehr.

Ein Tunnelunfall in der vorliegenden Untersuchung ist ein Unfall, der sich innerhalb des Tunnelbereiches ereignete, inklusive der Unfälle im unmittelbaren Portalbereich (zum Beispiel Anprall an das Tunnelportal). Unfälle im Vor- oder Nachportalbereich sind bei den Tunnelunfällen nicht inkludiert. Diese Unfälle werden in einem eigenen Punkt behandelt.

1.3.3 Berechnung der Unfallkosten

Die Unfallkosten setzen sich aus den volkswirtschaftlichen Kosten (inklusive Wert des menschlichen Leids) für Getötete, Schwerverletzte, Leichtverletzte und Sachschäden bei Unfällen mit Personenschaden zusammen. Da die Unfallanalyse den Zeitraum 2006 bis 2021 umfasst, wurde die Unfallkostenberechnung für Österreich mit der jeweils verfügbaren Preisbasis (2006, 2011 und 2016) als Grundlage herangezogen.

Tabelle 2 Durchschnittliche Unfallkosten eines Kostenträgers beziehungsweise einer Schadensart

Unfallkosten in Euro	Getötete	Schwerverletzte	Leichtverletzte	nicht erkennbaren Grades Verletzte	Sachschaden pro Unfall
Stand 1993	805.233	43.605	3.695	43.605	4.870
Stand 2006	2.676.374	316.722	22.722	316.722	4.431
Stand 2008	2.944.994	348.510	25.003	90% svl / 10% lvl	4.876

Unfallkosten in Euro	Getötete	Schwerverletzte	Leichtverletzte	nicht erkennbaren Grades Verletzte	Sachschaden pro Unfall
Stand 2010	2.971.532	351.651	25.228	90% svl / 10% lvl	4.920
Stand 2011	3.016.194	381.480	26.894	90% svl / 10% lvl	5.245
Stand 2016	3.316.309	429.517	30.575	–	5.481

Quelle (Herry Consult, Zentrum Transportwirtschaft und Logistik, Kuratorium für Verkehrssicherheit, 2007), (Herry Consult, Kuratorium für Verkehrssicherheit, Zentrum Transportwirtschaft und Logistik, 2012), (Herry Consult, Kuratorium für Verkehrssicherheit, 2017), eigene Berechnungen

1.3.4 Unfallrelativzahlen

Die im Bericht enthaltenen Berechnungen beinhalten die Unfallrelativzahlen Unfallrate, Unfallkostenrate, Verunglücktenrate und Getötetenrate. Diese Unfallrelativzahlen sind bezogen auf die Fahrleistung. Dadurch kann die fahrleistungsbezogene Unfallwahrscheinlichkeit berechnet werden.

Die Unfallrate (beziehungsweise Unfallkostenrate, Verunglücktenrate und Getötetenrate) ist die Zahl der Unfälle (beziehungsweise Unfallkosten, Verunglückte, Getötete) pro Jahr, bezogen auf die jährliche Fahrleistung. Die Fahrleistung ergibt sich aus Verkehrsstärke und Netzlänge, die Verkehrsstärke wird aus Daten der Dauerzählstellen der ASFINAG berechnet.

Die Unfallrate ist die Zahl der Unfälle mit Personenschaden pro Jahr, bezogen auf die jährliche Fahrleistung:

$$Ur = \frac{UPS * 10^6}{JDTV * 365 * t * L}$$

wobei

UPS Anzahl der Unfälle mit Personenschaden auf den betrachteten Straßenabschnitten während des Untersuchungszeitraumes

JDTV jahresdurchschnittliche tägliche Verkehrsstärke [Kraftfahrzeuge pro Tag]

t Untersuchungszeitraum [Jahre]

L Länge des betrachteten Straßenabschnittes [Kilometer]

Die Verunglücktenrate, Getötetenrate sowie Unfallkostenrate werden analog dazu berechnet. Statt der Zahl der Unfälle mit Personenschaden werden die Zahlen der Verunglückten, Getöteten beziehungsweise der Unfallkosten angesetzt.

2 Vergleich Unfallrelativzahlen

In diesem Kapitel werden Unfallrelativzahlen in Tunnels mit einer Länge von über 200 m mit jenen des gesamten Autobahnen- und Schnellstraßennetzes verglichen.

2.1 Ausgangssituation

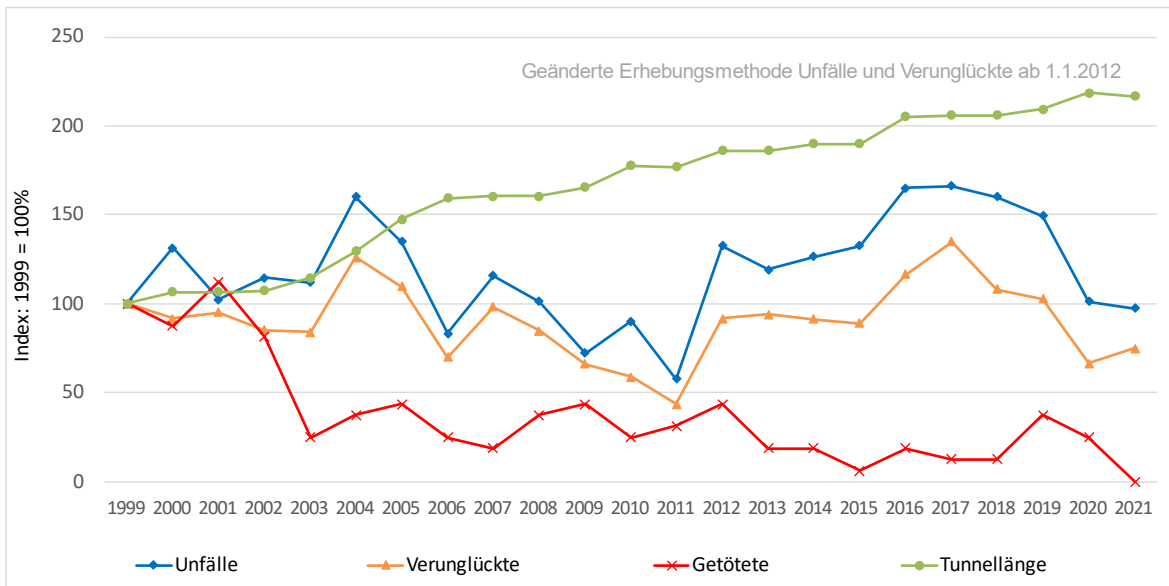
Im Zeitraum 1999 bis 2021 ereigneten sich 2.263 Tunnelunfälle in Tunnelanlagen ab einer Länge von 200 m im Verlauf von Autobahnen und Schnellstraßen. Dabei verunglückten insgesamt 3.814 Personen, von denen 138 getötet wurden. Tunnelunfälle wiesen einen Anteil von 4,7 % aller Unfälle auf Autobahnen und Schnellstraßen auf, bei den Getöteten betrug dieser Anteil 7,4 %.

Tabelle 3 Vergleich der Unfälle mit Personenschaden (UPS), der Verunglückten, der Getöteten, der volkswirtschaftlichen Unfallkosten und der Fahrleistungen in Tunnels ab einer Länge von 200 m mit den Autobahnen- und Schnellstraßennetzen, Absolutwerte (1999-2021)

	Autobahn	Schnellstraße	Tunnels
UPS gesamt [absolut]	42.768	4.905	2.263
Verunglückte [absolut]	68.691	7.234	3.814
Getötete [absolut]	1.580	277	138
Unfallkosten [Mio. Euro]	8.168	1.195	535,4
Fahrleistung [Mrd. Kfz-km]	537,9	62,8	35,1

Quelle Statistik Austria und ASFINAG, Bearbeitung KfV Sicherheit-Service GmbH

Abbildung 2 Entwicklung des Unfallgeschehens in Tunnels ab einer Länge über 200 m sowie der Gesamtlänge dieser Tunnels seit dem Jahr 1999 (Index: 1999 = 100 %)



Quelle Statistik Austria und ASFINAG, Bearbeitung KfV Sicherheit-Service GmbH

Durch Neubauten und den Bau zweiter Tunnelröhren hat sich die Länge der Tunnelanlagen im Betrachtungszeitraum erhöht. Bei den Unfällen ist nach einer Steigerung der Zahlen seit 2011 in den letzten Jahren wieder ein Rückgang erkennbar. Bei den Getöteten sind nach einem kurzfristigen Anstieg im Jahr 2019 wieder sinkende Werte zu verzeichnen, im Jahr 2021 wurden dabei erstmals keine Getöteten erfasst. Die Verunglückten bleiben deutlich unter dem Niveau der Vorjahre, wobei der Wert im Jahr 2021 höher ist als jener des Jahres 2020. Dabei ist anzumerken, dass die Gesamtfahrleistung im Jahr 2020 auf dem ASFINAG-Netz durch die aufgrund der Covid-19-Pandemie verordneten Maßnahmen, vor allem der „Lockdowns“, deutlich geringer war als in den Jahren zuvor und auch geringer als 2021.

In Tabelle 4 folgt eine Gegenüberstellung von Kennwerten von Tunnels mit einer Länge über 200 m auf Autobahnen und Schnellstraßen. Etwa ein Drittel aller untersuchten Tunnelröhren befindet sich auf Schnellstraßen. Rund 83 % aller Tunnelunfälle mit Personenschaden ereigneten sich in Autobahntunnels. Die Unfall- und Getötetenraten in Autobahntunnels (0,068 beziehungsweise 4,208) sind höher als in Schnellstraßentunnels (0,051 beziehungsweise 2,933).

Tabelle 4 Vergleich von Anzahl, Länge und Verkehrsstärke (2021) und Unfallgeschehen (1999-2021) der untersuchten Tunnels ab einer Länge von 200 m auf Autobahnen und Schnellstraßen

	Autobahn	Schnellstraße
Anzahl untersuchter Tunnelröhren	171	80
Gesamtlänge untersuchter Tunnelröhren [km]	259,54	130,88
Durchschnittliche Länge der Tunnelröhren [km]	1,518	1,636
Verkehrsstärke [Kfz/Tag] pro Tunnelröhre	22.431	15.373
UPS in Tunnels (1999-2021)	1.884	379
Verunglückte in Tunnels (1999-2021)	3.253	561
Getötete in Tunnels (1999-2021)	116	22
Unfallkosten Tunnel [Mio. Euro] (1999-2021)	443,07	92,33
Unfallrate Tunnel [UPS/1 Mio. Kfz-km] (1999-2021)	0,068	0,051
Getötetenrate Tunnel [Getötete/1 Mrd. Kfz-km] (1999-2021)	4,208	2,933

Quelle Statistik Austria und ASFINAG, Bearbeitung KfV Sicherheit-Service GmbH

2.2 Unfallrelativzahlen

In Tabelle 5 werden verschiedene Unfallrelativzahlen in Tunnels ab einer Länge von 200 m angeführt. Zum Vergleich wurden auch die Werte für Autobahnen und Schnellstraßen, jeweils für den Zeitraum 1999-2021 berechnet.

Die Unfallrate in Tunnels ist niedriger als auf Autobahnen und Schnellstraßen. Das heißt, die Wahrscheinlichkeit, bei einem Unfall in einem Tunnel im Autobahnen- und Schnellstraßennetz beteiligt zu sein, ist insgesamt niedriger als im gesamten hochrangigen Netz. Auch die Verunglücktenrate liegt in Tunnels unter den Werten von Autobahnen und Schnellstraßen.

Tabelle 5 Vergleich von verschiedenen Unfallrelativzahlen in Tunnels ab einer Länge von 200 m mit Autobahnen und Schnellstraßen (1999-2021)

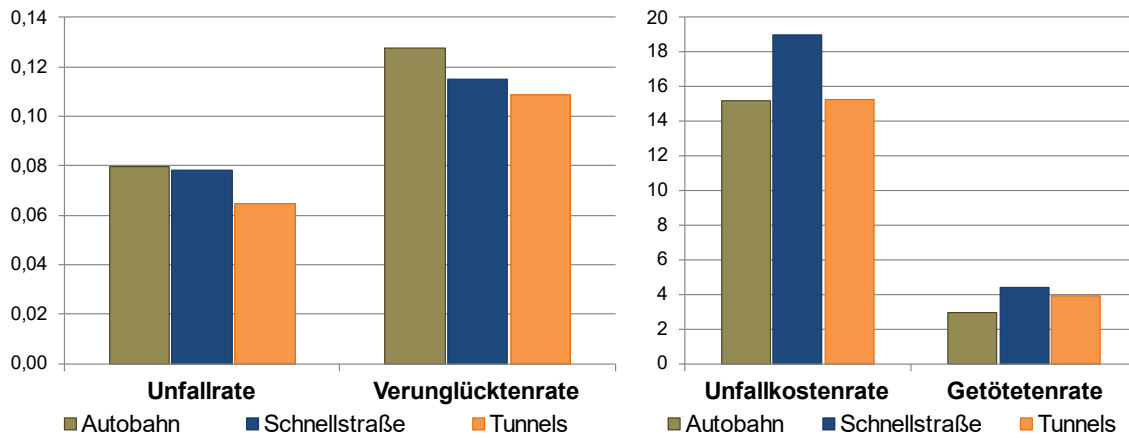
Unfallrelativzahlen	Autobahn	Schnellstraße	Tunnels
Unfallrate [UPS/1 Mio. Kfz-km]	0,080	0,078	0,065
Verunglücktenrate [VU/1 Mio. Kfz-km]	0,128	0,115	0,109
Unfallkostenrate [Euro/1.000 Kfz-km]	15,185	19,027	15,266
Getötetenrate [Tote/1 Mrd. Kfz-km]	2,937	4,411	3,935

Quelle Statistik Austria und ASFINAG, Bearbeitung KfV Sicherheit-Service GmbH

Die Unfallkostenrate ist in Tunnels geringfügig höher als auf Autobahnen und deutlich niedriger als auf Schnellstraßen. Auch bei der Getötetenrate liegt der Wert in Tunnels ab einer Länge von 200 m über jenem von Autobahnen, jedoch unter dem Wert von Schnellstraßen.

Die Ergebnisse bei Getötetenrate und Unfallkostenrate sind vor allem durch den höheren Anteil an Unfällen im Begegnungsverkehr auf Schnellstraßen erklärbar. Abschnitte ohne baulicher Mitteltrennung treten bei Autobahnen ausschließlich in Tunnels mit Gegenverkehr auf, bei Schnellstraßen gibt es jedoch weiterhin einige Abschnitte ohne bauliche Mitteltrennung. Bei beiden Straßenarten können Unfälle im Begegnungsverkehr bei Baustellenbereichen auftreten. Dieser Unfalltyp weist am ASFINAG-Netz sehr oft eine hohe Unfallschwere auf. Beispielsweise stellten in den Jahren 2019-2021 Unfälle im Begegnungsverkehr am Schnellstraßennetz einen Anteil von rund 5 %, gegenüber von rund 1 % auf Autobahnen. Bei Schnellstraßen waren im Zeitraum 2019-2021 rund 70 % der Getöteten bei Schnellstraßen bei diesem Unfalltyp zu verzeichnen, bei Autobahnen lag dieser Anteil im Vergleich bei 7,5 %.

Abbildung 3 Vergleich von Unfallrelativzahlen in Tunnels ab einer Länge von über 200 m mit jenen auf Autobahnen und Schnellstraßen (1999-2021)



Quelle Statistik Austria und ASFINAG, Bearbeitung KfV Sicherheit-Service GmbH

2.3 Verletzungsschwere

Im Folgenden wird auf die Verletzungsschwere der verunglückten Personen eingegangen. Dies erlaubt Analysen über das Gefahrenpotential bei Unfällen mit Personenschaden im Tunnel gegenüber Unfällen auf Autobahnen und Schnellstraßen.

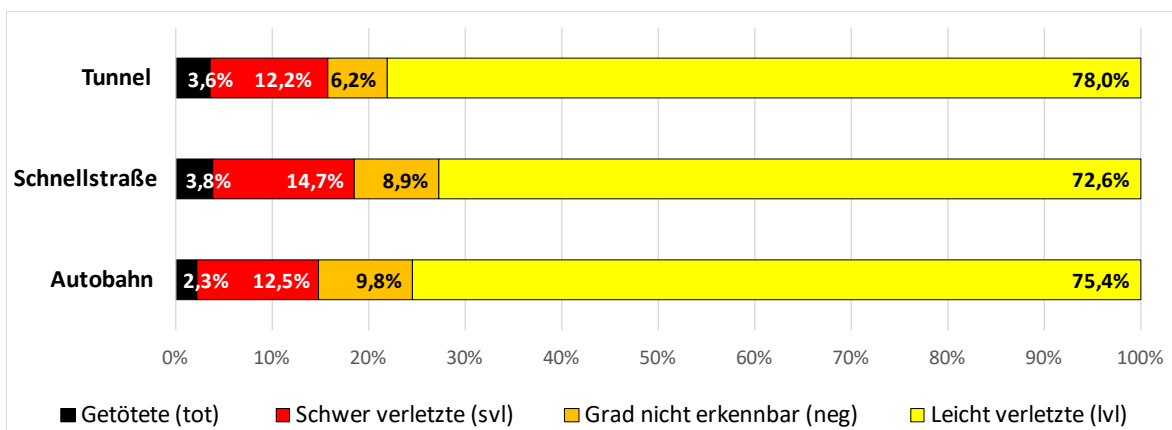
Tabelle 6 Vergleich der Verletzungsschwere bei Unfällen mit Personenschaden in Tunnels ab einer Länge von über 200 m mit der Verletzungsschwere bei Unfällen mit Personenschaden auf Autobahnen und Schnellstraßen, Absolutwerte (1999-2021)

Verletzungsschwere	Autobahn	Schnellstraße	Tunnels
Getötete	1.580	277	138
Schwerverletzte	8.584	1.061	464
Verletzte nicht erkennbaren Grades	6.739	641	236
Leichtverletzte	51.788	5.255	2.976
Verunglückte	68.691	7.234	3.814

Quelle Statistik Austria und ASFINAG, Bearbeitung KfV Sicherheit-Service GmbH

Der Anteil der Getöteten an allen Verunglückten in Tunnels ab einer Länge von 200 m ist mit 3,6 % höher als auf Autobahnen (2,3 %) und geringfügig niedriger als auf Schnellstraßen (3,8 %). Den höchsten Anteil an Schwerverletzten weisen Schnellstraßen mit 14,7 % auf. Leichtverletzte stellen mit jeweils über 70 % sowohl auf Autobahnen, Schnellstraßen als auch in Tunnels den größten Anteil dar.

Abbildung 4 Vergleich der Verletzungsschwere bei Unfällen mit Personenschaden in Tunnels ab einer Länge von über 200 m mit der Verletzungsschwere bei Unfällen mit Personenschaden auf Autobahnen und Schnellstraßen in Prozent (1999-2021)



Quelle Statistik Austria und ASFINAG, Bearbeitung KfV Sicherheit-Service GmbH

2.4 Zusammenfassung Unfallrelativzahlen

Pro Jahr ereigneten sich in Österreich im Untersuchungszeitraum 1999 bis 2021 durchschnittlich 98 Unfälle mit Personenschaden in Tunnelanlagen ab einer Länge von über 200 m auf Autobahnen und Schnellstraßen. Bei diesen Unfällen verunglückten jährlich durchschnittlich 166 Personen, wobei im Schnitt pro Jahr 6 Personen getötet wurden. Die volkswirtschaftlichen Unfallkosten betragen pro Jahr durchschnittlich rund 23,3 Millionen Euro.

Insgesamt weisen Tunnelunfälle im Betrachtungszeitraum einen Anteil von 4,7 % an allen Unfällen auf Autobahnen und Schnellstraßen auf, der Anteil der bei Tunnelunfällen Getöteten an allen Getöteten im hochrangigen Netz ist mit 7,4 % deutlich höher.

Die Wahrscheinlichkeit an einem Unfall beteiligt zu sein oder zu verunglücken, ist in Tunnelbereichen mit Längen über 200 m niedriger als im gesamten hochrangigen Netz. Die Wahrscheinlichkeit, bei einem Unfall in einem Tunnel ab einer Länge von 200 m im Autobahnen- und Schnellstraßennetz getötet zu werden, ist höher als auf Autobahnen und geringer als auf Schnellstraßen. Die Unfallkostenrate, welche die Unfallschwere berücksichtigt, liegt in Tunnels geringfügig über der von Autobahnen, aber deutlich unter der von Schnellstraßen. Dies ist vor allem damit erklärbar, dass Schnellstraßen längere Bereiche ohne bauliche Mitteltrennung aufweisen, mit dadurch möglichen Unfällen im Begegnungsverkehr mit hoher Unfallschwere.

3 Analyse des Unfallgeschehens in Tunnels gemäß Straßentunnel- Sicherheitsgesetz

In diesem Abschnitt folgen die Darstellung der Entwicklung der Unfallzahlen sowie eine detaillierte Untersuchung von Tunnelunfällen mit Personenschaden nach den Parametern Unfallörtlichkeit, Unfalltyp und Ursache. Dabei werden Tunnelanlagen ab einer Länge von über 500 m im Zeitraum 2006-2021 betrachtet.

3.1 Entwicklung des Unfallgeschehens

Nachfolgend wird anhand von Unfall- und Verunglücktenzahlen eine Übersicht über die Unfallentwicklung in Tunnelanlagen ab einer Länge von über 500 m während des Untersuchungszeitraums geboten. Anschließend werden verschiedene Unfallrelativzahlen im Verlauf von 2006 bis 2021 dargestellt.

In den letzten zwei Jahren wurden deutlich weniger Unfälle mit Personenschaden in Gegenverkehrstunnels registriert als in den Jahren zuvor. Gleichzeitig wurden seit 2020 keine Getöteten mehr erfasst. Zu den davor erfassten Getöteten ist anzumerken, dass sich ein Großteil der tödlichen Unfälle in Gegenverkehrstunnels ereignete, die mittlerweile zweiröhrig ausgebauten wurden.

Seit dem letzten Bericht mit dem Berichtszeitraum 1999-2019 wurden wiederum Tunnelausbauten abgeschlossen. Folgende Gegenverkehrstunnels werden seit Ende 2019 aufgrund der Errichtung einer zweiten Röhre nunmehr im Richtungsverkehr betrieben:

- Gleinalmtunnel (Länge rund 8,4 km; seit Dezember 2019 zweiröhrig in Betrieb)
- Perjentunnel (Länge rund 3 km; seit November 2020 zweiröhrig in Betrieb)

Mit Ende 2021 gibt es damit österreichweit nur noch 8 Tunnels mit einer Länge von über 500 m, die im Gegenverkehr betrieben werden.

Abbildung 5 Entwicklung des Unfallgeschehens in Tunnels ab einer Länge von über 500 m, mit Gegenverkehr (2006-2021)

Jahr	Unfälle mit Personenschaden	Verunglückte	Getötete
2006	14	20	3
2007	20	51	0
2008	23	49	0
2009	27	74	4
2010	18	27	0
2011	13	29	4
2012	28	56	4
2013	24	45	2
2014	12	21	2
2015	11	19	1
2016	14	41	0
2017	12	28	1
2018	22	43	1
2019	18	37	5
2020	6	17	0
2021	5	5	0
Gesamt	267	562	27

Quelle Statistik Austria, Bearbeitung KfV Sicherheit-Service GmbH;

Ein direkter Vergleich der Jahresergebnisse ist wegen der ab 2012 geänderten Unfallermhebungsmethode nicht möglich.

Nach einem Anstieg der absoluten Unfallzahlen seit 2011 bei Tunnels mit Richtungsverkehr ist zuletzt ab 2017 wieder eine Reduktion der absoluten Unfallzahlen feststellbar. Mit der Ausnahme des Jahres 2008, in dem 6 Personen in Richtungsverkehrstunnels mit einer Länge über 500 m getötet wurden, lagen die Getötetenzahlen von 2006 bis 2021 durchwegs bei maximal 3 Getöteten pro Jahr, wobei in den letzten 9 Jahren maximal eine getötete Person verzeichnet wurde.

Abbildung 6 Entwicklung des Unfallgeschehens in Tunnels ab einer Länge von über 500 m, mit Richtungsverkehr (2006-2021)

Jahr	Unfälle mit Personenschaden	Verunglückte	Getötete
2006	54	106	1
2007	71	119	3
2008	56	99	6
2009	27	39	2
2010	40	56	3
2011	29	41	1
2012	78	105	2
2013	71	123	1
2014	82	120	1
2015	83	121	0
2016	113	158	1
2017	108	186	1
2018	97	136	0
2019	89	130	1
2020	63	83	1
2021	62	110	0
Gesamt	1.123	1.732	24

Quelle Statistik Austria, Bearbeitung KfV Sicherheit-Service GmbH;

Ein direkter Vergleich der Jahresergebnisse ist wegen der ab 2012 geänderten Unfallermhebungsmethode nicht möglich.

Die vorhin erwähnte Errichtung zweiter Tunnelröhren bei vormaligen Gegenverkehrstunnels führte naturgemäß zu einer Erhöhung der Gesamtlänge von Tunnels im Richtungsverkehr.

Tabelle 7 Entwicklung der Unfallrelativzahlen in Tunnels ab einer Länge von über 500 m, mit Gegenverkehr (2006-2021)

Jahr	Unfallrate [UPS / 1 Mio. Kfz-km]	Verunglücktenrate [Verunglückte / 1 Mio. Kfz-km]	Getötetenrate [Getötete / 1 Mrd. Kfz- km]
2006	0,034	0,049	7,346
2007	0,048	0,122	–
2008	0,055	0,116	–
2009	0,070	0,192	10,354
2010	0,045	0,068	–
2011	0,037	0,083	11,418
2012	0,086	0,171	12,230
2013	0,072	0,134	5,969
2014	0,045	0,078	7,468
2015	0,046	0,080	4,200
2016	0,057	0,167	–
2017	0,047	0,110	3,939
2018	0,086	0,168	3,907
2019	0,082	0,168	22,729
2020	0,056	0,159	–
2021	0,047	0,047	–

Quelle Statistik Austria, Bearbeitung KFV Sicherheit-Service GmbH

Obwohl die Fahrleistung am ASFINAG-Netz in den Jahren 2020 und 2021 unter den Werten von 2015-2019 lag, ist in diesen beiden Jahren eine etwas niedrigere Unfallrate in Tunnels mit Gegenverkehr ab einer Länge von 500 m als in den beiden Jahren zuvor und eine ähnliche Rate wie davor zu konstatieren. Im gesamten Betrachtungszeitraum lag die Unfallrate jeweils zwischen 0,034 und 0,086 UPS pro Million gefahrener Kfz-Kilometer. Bei der Verunglücktenrate zeigen sich ebenfalls leichte Schwankungen, wobei im Jahr 2021 mit 0,047 Verunglückten pro Million gefahrener Kfz-Kilometer der bislang niedrigste Wert zu verzeichnen war. Die Getötetenrate ist aufgrund der kleinen Absolutwerte

entsprechenden Schwankungen ausgesetzt und weist einen diskontinuierlichen Verlauf auf. In den beiden Jahren 2020 und 2021 lag sie bei 0, da keine Getöteten zu verzeichnen waren.

Tabelle 8 Entwicklung der Unfallrelativzahlen in Tunnels ab einer Länge von über 500 m, mit Richtungsverkehr (2006-2021)

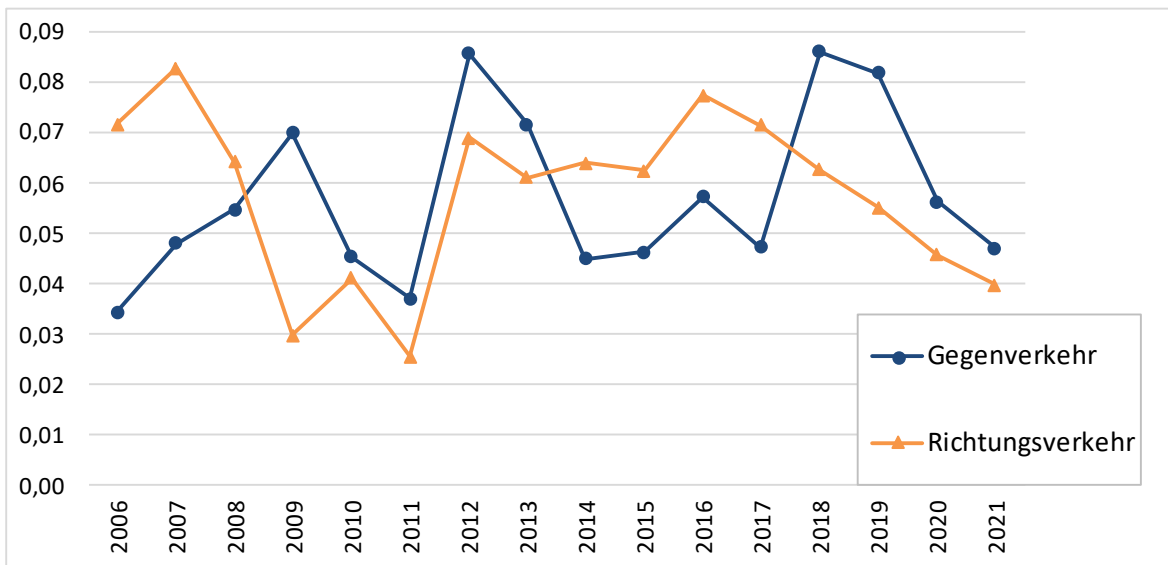
Jahr	Unfallrate [UPS / 1 Mio. Kfz-km]	Verunglücktenrate [Verunglückte / 1 Mio. Kfz-km]	Getötetenrate [Getötete / 1 Mrd. Kfz- km]
2006	0,072	0,141	1,327
2007	0,083	0,139	3,493
2008	0,064	0,113	6,869
2009	0,030	0,043	2,202
2010	0,041	0,057	3,073
2011	0,026	0,036	0,881
2012	0,069	0,093	1,769
2013	0,061	0,106	0,861
2014	0,064	0,093	0,779
2015	0,062	0,091	–
2016	0,077	0,108	0,684
2017	0,071	0,123	0,661
2018	0,062	0,088	–
2019	0,055	0,080	0,618
2020	0,046	0,060	0,724
2021	0,040	0,071	–

Quelle Statistik Austria, Bearbeitung KfV Sicherheit-Service GmbH

Die Unfall- und die Verunglücktenraten bei Tunnelanlagen ab einer Länge von 500 m im Richtungsverkehr entwickelten sich im Betrachtungszeitraum in etwa parallel zueinander. Die Unfallraten bewegten sich von 2012 bis 2019 durchgehend zwischen rund 0,06 und

0,08, seit 2019 lagen sie darunter. Die Verunglücktenraten lagen im selben Zeitraum zwischen rund 0,08 und 0,12 beziehungsweise zuletzt gleichermaßen darunter. Die Getötetenraten liegen seit dem Jahr 2013 unter einer getöteten Person pro Milliarde gefahrener Kfz-Kilometer.

Abbildung 7 Entwicklung der Unfallraten [UPS/1 Mio.Kfz-km] in Tunnels mit über 500 m Länge, mit Gegenverkehr und Richtungsverkehr (2006-2021)



Quelle Statistik Austria und ASFINAG, Bearbeitung KfV Sicherheit-Service GmbH

Wie aus Abbildung 7 ersichtlich, änderte sich das Verhältnis bei den Unfallraten zwischen Tunnels mit Gegenverkehr und Richtungsverkehr im Untersuchungszeitraum öfters. In den Jahren 2009 bis 2013 und zuletzt seit 2018 lag die Unfallrate in Gegenverkehrstunnels ab einer Länge von 500 m über jener in Richtungsverkehrstunnels.

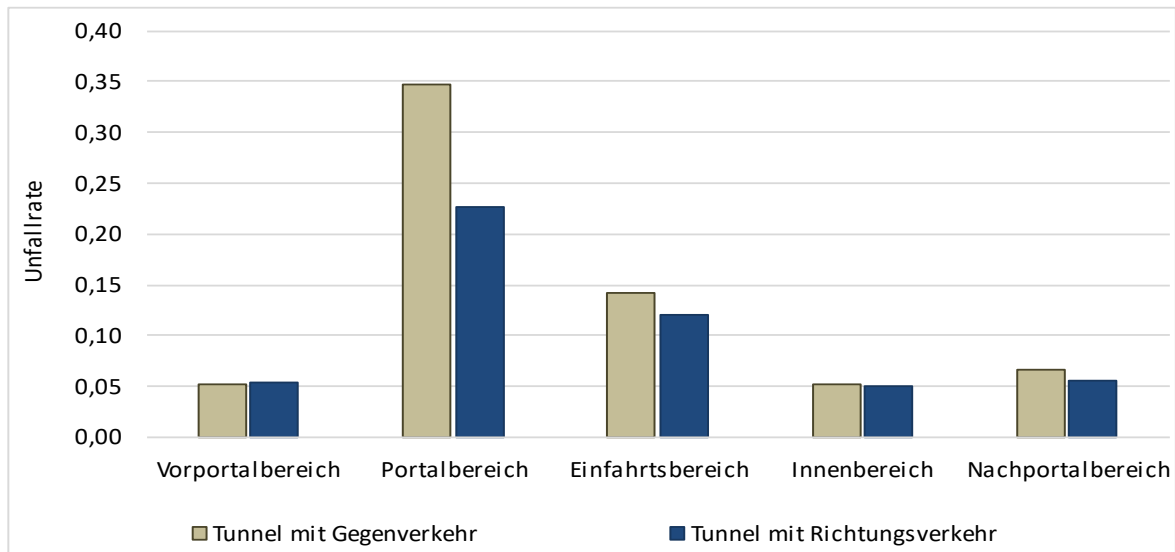
3.2 Unfallraten in unterschiedlichen Tunnelbereichen

Hinsichtlich der Örtlichkeit der Unfälle in Tunnelbereichen ab einer Länge über 500 m wurden folgende Bereiche getrennt ausgewertet:

- Vorportalbereich (250 m bis 10 m vor Portal)
- Portalbereich (10 m vor bis 10 m nach Portal)
- Einfahrtbereich (10 m bis 150 m nach Portal)

- Innenbereich (ab 150 m im Tunnel)
- Nachportalbereich (Tunnelende bis 250 m nach Portal)

Abbildung 8 Unfallrate [UPS/1Mio.Kfz-km] in Tunnels mit über 500 m Länge, mit Gegenverkehr und Richtungsverkehr, nach Örtlichkeit des Unfalls mit Personenschaden (2006-2021)



Quelle Statistik Austria und ASFINAG, Bearbeitung KfV Sicherheit-Service GmbH

Mit Ausnahme des Portalbereichs ähneln sich die Unfallraten von Gegen- und Richtungsverkehrstunnels mit Längen über 500 m in allen Bereichen stark. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass sich Unfälle in geringen Betrachtungslängen, wie hier der angesetzten Länge im unmittelbaren Portalbereich, bei der Berechnung der Unfallrate stärker auswirken als Unfälle in längeren Bereichskategorien. Die absolut höchste Unfallrate über alle betrachteten Bereiche wies der Portalbereich in Tunnels mit Gegenverkehr auf. Auch bei Richtungsverkehrstunnels trat die höchste Unfallrate im Portalbereich auf. Die zweithöchste Rate war bei beiden Verkehrsführungen beim Einfahrtsbereich zu verzeichnen. Die übrigen Tunnelbereiche wiesen unabhängig von der Art der Verkehrsführung niedrigere Unfallraten auf einem recht ähnlichen Niveau auf.

Bei all diesen Auswertungen ist auch zu berücksichtigen, dass es durch Ungenauigkeiten bei der Kilometrierungsangabe durch die Exekutive zu Zuordnungsproblemen kommen kann, die sich ebenfalls vor allem bei kürzeren Bereichen stark auswirken können. Die Unfallraten im unmittelbaren Portalbereich sind daher wenig aussagekräftig.

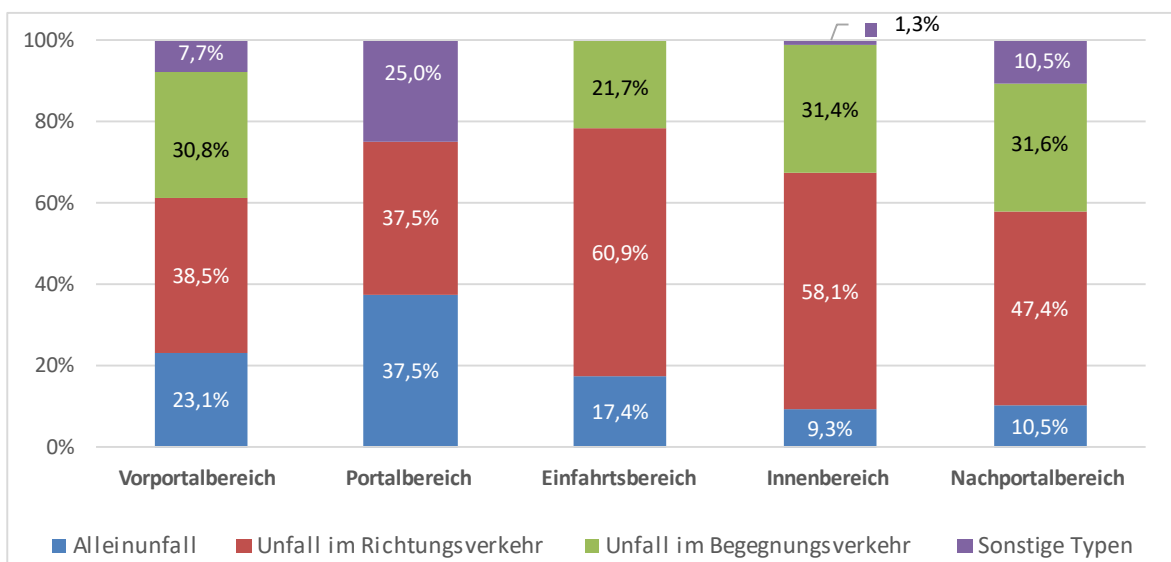
3.3 Unfalltypen in unterschiedlichen Tunnelbereichen

Alle von der Exekutive erhobenen Verkehrsunfälle werden zehn Unfalltypengruppen zugeordnet. Die Obergruppen wurden zur besseren Übersicht zusammengefasst. Die Unfalltypen werden getrennt nach Tunnels mit Gegen- und Richtungsverkehr dargestellt.

Es ist zu beachten, dass der Unfalltyp „Unfälle im Richtungsverkehr“ auch in Tunnelanlagen mit Gegenverkehr auftreten kann, da nicht die Verkehrsführung der Straße, sondern nur die Fahrtrichtung der beteiligten Fahrzeuge ausschlaggebend ist. Das Gegenteil davon sind Unfälle im Begegnungsverkehr, diese können in Richtungsverkehrstunnels bei Falschfahrten (Geisterfahrten) oder im Fall einer temporären Gegenverkehrsführung im Zuge einer Baustelle verursacht werden.

„Sonstige Typen“ berücksichtigt alle anderen Unfalltypen. Hierin enthalten sind beispielsweise Fußgängerunfälle, Unfälle beim Abbiegen oder Umkehren, Unfälle mit haltenden oder parkenden Fahrzeugen, rechtwinkelige Kollisionen auf Kreuzungen, Unfälle auf Parkplätzen sowie sonstige Unfälle.

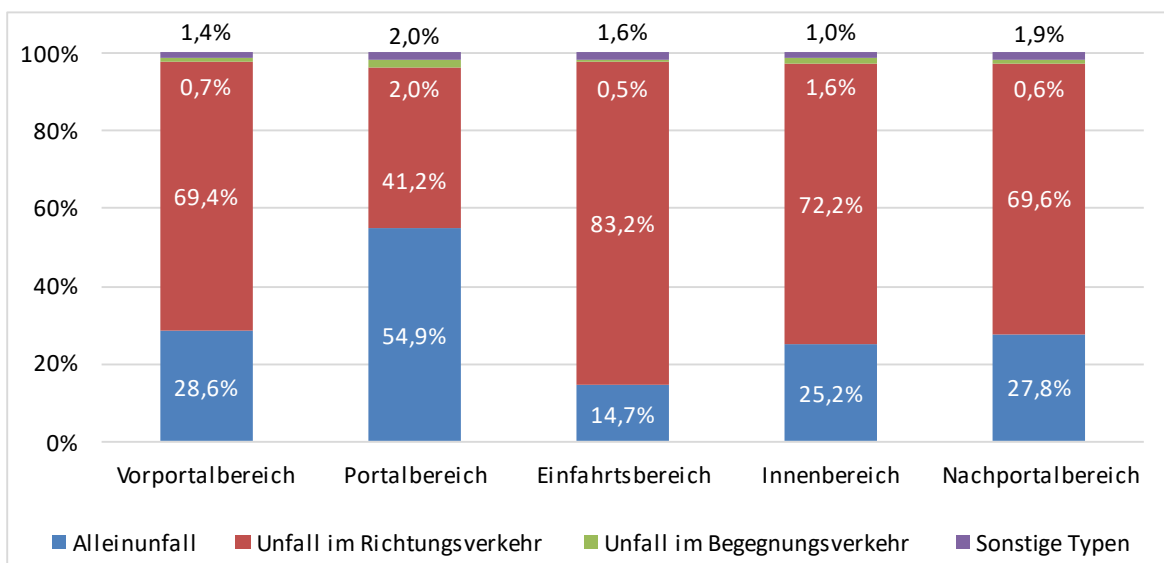
Abbildung 9 Unfalltypen bei Unfällen in Tunnels mit Gegenverkehr mit über 500 m Länge nach Örtlichkeit des Unfalls in Prozent (2006-2021)



Quelle Statistik Austria und ASFINAG, Bearbeitung KfV Sicherheit-Service GmbH

In Gegenverkehrstunnels war in allen Bereichen der Unfall im Richtungsverkehr als häufigster Unfalltyp festzustellen, über alle Bereiche gesehen lag der Anteil bei 56 %. Im unmittelbaren Portalbereich waren die höchsten Anteile an Alleinunfällen sowie bei sonstigen Unfällen zu finden, Unfälle im Begegnungsverkehr wurden in diesem Bereich nicht registriert. Den zweithöchsten Anteil bei Betrachtung über alle Bereiche stellten Unfälle im Begegnungsverkehr mit 30% dar.

Abbildung 10 Unfalltypen bei Unfällen in Tunnels mit Richtungsverkehr mit über 500 m Länge nach Örtlichkeit des Unfalls in Prozent (2006-2021)



Quelle Statistik Austria und ASFINAG, Bearbeitung KfV Sicherheit-Service GmbH

Auch in Tunnels mit Richtungsverkehr mit über 500 m Länge ereigneten sich am häufigsten Unfälle im Richtungsverkehr. Insgesamt stellten Unfälle im Richtungsverkehr mit 72 % Anteil an allen Unfällen den größten Anteil beim Unfallgeschehen in Tunnels mit Richtungsverkehr dar, den zweitgrößten Anteil hatten Alleinunfälle mit 25 %. Auch bei diesen Tunnels wurde im Portalbereich der höchste Anteil an Alleinunfällen verzeichnet.

Zum Vergleich lagen im ASFINAG-Gesamtnetz der Anteil der Unfälle im Richtungsverkehr im Vergleichszeitraum 2006-2021 bei rund 61 % und der Anteil der Alleinunfälle bei rund 35 %.

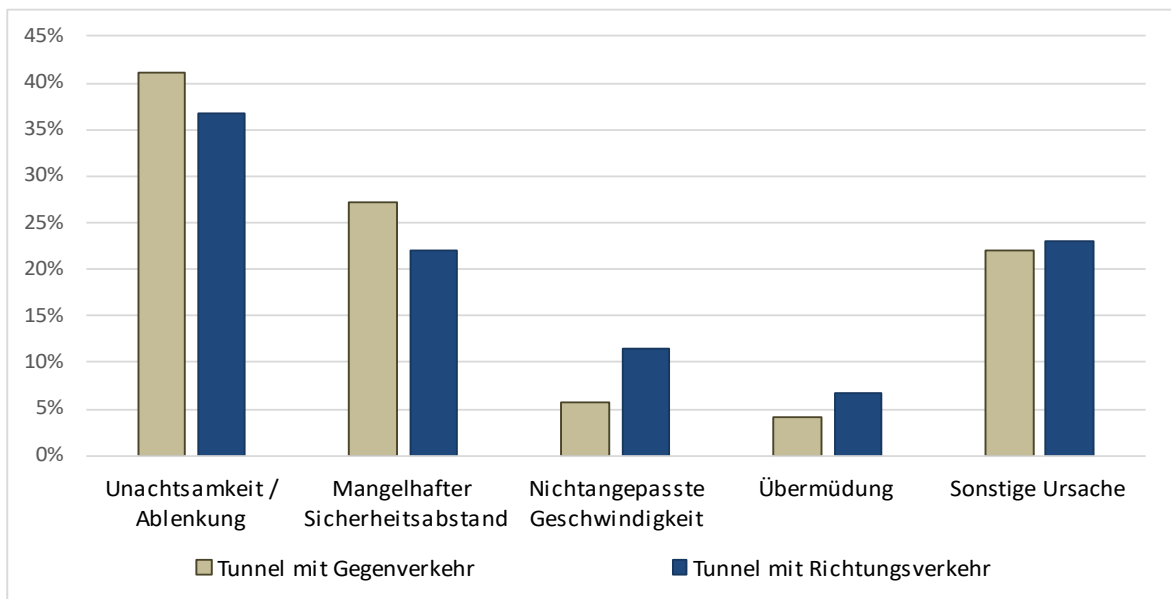
3.4 Vermutete Unfallursachen

Die vermuteten Unfallursachen wurden im Zeitraum 2006–2011 nicht erfasst, die Auswertung dieses Kriteriums bezieht sich daher auf den Zeitraum ab 2012. Davon wurde bei 991 Unfällen mit Personenschaden in Tunnels mit über 500 m Länge (inkl. Vor- und Nachportalbereich) von der Exekutive eine vermutete Unfallursache angegeben.

Weniger oft auftretende vermutete Unfallursachen wurden in der Kategorie „Sonstige Ursache“ zusammengefasst. Zu diesen zählen Alkohol, Drogen oder Medikamente, Missachtung von Geboten und Verboten (beispielsweise Fahren gegen die Einbahn, Abbiegeverbote, Abbiegegebote), Überholen, Technischer Defekt, mangelnde Ladungssicherung, Vorrangverletzung (auch gegenüber Fußgängern), Rotlichtmissachtung, Hindernisse auf der Fahrbahn (Gegenstände, ungesicherte Fahrzeuge) und Herz-/Kreislaufversagen. In dieser Kategorie wurden auch jene Unfälle subsummiert, bei denen keine Angabe der vermuteten Unfallursache durch die Exekutive erfolgte.

Die Unfälle wurden nach Verkehrsführung und vermuteten Ursachen unterschieden (siehe Abbildung 11).

Abbildung 11 Vermutete Unfallursachen in Tunnels mit Gegenverkehr und Richtungsverkehr mit über 500 m Länge in Prozent (2012-2021)



Quelle Statistik Austria und ASFINAG, Bearbeitung KfV Sicherheit-Service GmbH

Die Verteilung der vermuteten Unfallursachen unterscheidet sich zwischen Tunnels mit Gegenverkehr und Tunnels mit Richtungsverkehr nur in wenigen Punkten. Die am häufigsten genannten Kategorien waren generell Unachtsamkeit/Ablenkung, mangelhafter Sicherheitsabstand, nichtangepasste Geschwindigkeit und Übermüdung.

Die Unfallursachen „Unachtsamkeit / Ablenkung“ beziehungsweise „Mangelhafter Sicherheitsabstand“ wurden in Tunnels mit Gegenverkehr mit Anteilen von 41,0 % beziehungsweise 27,2 % häufiger angeführt als in Tunnels im Richtungsverkehr, hier lagen die Anteile bei 36,8 % beziehungsweise 22,1 %. Die Ursachen „Nichtangepasste Geschwindigkeit“ beziehungsweise „Übermüdung“ wurden in Tunnels mit Gegenverkehr mit Anteilen von 5,8 % beziehungsweise 4,0 % dagegen seltener angegeben als in Tunnels mit Richtungsverkehr, wo der Anteil bei 11,4 % beziehungsweise 6,7 % lag. Bei den sonstigen vermuteten Ursachen traten nur recht geringe Unterschiede zwischen den Verkehrsführungen auf.

3.5 Zusammenfassung Unfallgeschehen

Bei der Gesamtzahl der Unfälle mit Personenschaden in Tunnelbereichen mit über 500 m Länge sind bei den Richtungsverkehrstunnels seit 2016 und bei den Gegenverkehrstunnels seit 2020 sinkende Trends zu beobachten. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Gesamtlänge von Tunnelbereichen mit Gegenverkehr durch die Errichtung zweiter Tunnelröhren in den letzten Jahren gesunken ist, jene von Tunnels im Richtungsverkehr jedoch gestiegen.

Das Verhältnis zwischen Tunnels mit über 500 m Länge im Richtungs- und Gegenverkehr bei den Unfall- und Verunglücktenraten war im Betrachtungszeitraum veränderlich. In den Jahren 2009 bis 2013 und zuletzt seit 2018 lag die Unfallrate in Gegenverkehrstunnels ab einer Länge von 500 m über jener in Richtungsverkehrstunnels.

Hinsichtlich der Örtlichkeiten der Unfälle in Tunnelbereichen mit einer Länge über 500 m waren im Portalbereich, gefolgt vom Einfahrtsbereich, die höchsten Unfallraten zu verzeichnen. Die übrigen Bereiche wiesen deutlich niedrigere Unfallraten auf. Es traten dabei keine wesentlichen Unterschiede zwischen Tunnels im Richtungsverkehr beziehungsweise Gegenverkehr auf. Die Unfallraten im Portalbereich sind aufgrund der kurzen Betrachtungslänge nicht aussagekräftig.

Wie auf dem gesamten ASFINAG-Netz dominieren in Tunnels mit einer Länge über 500 m Unfälle im Richtungsverkehr. Der Anteil dieses Unfalltyps betrug im Betrachtungszeitraum bei Tunnels mit Gegenverkehr 56 %, bei Richtungsverkehrstunnels 72 %. Damit lag der Anteil der Unfälle im Richtungsverkehr bei Richtungsverkehrstunnels deutlich über dem Schnitt des Gesamtnetzes, wo der Anteil im Vergleichszeitraum rund 60 % betrug.

Bei den vermuteten Unfallursachen wurden von der Exekutive am häufigsten Unachtsamkeit/Ablenkung, mangelhafter Sicherheitsabstand, nichtangepasste Geschwindigkeit und Übermüdung angegeben.

4 Analyse von Ereignissen in Tunnels gemäß Straßentunnel-Sicherheitsgesetz

4.1 Ereignisse in Tunnelanlagen ab 500 m Länge in den Jahren 2006-2021

In Tunnels ereignen sich neben Unfällen mit Personenschaden auch Unfälle mit Sachschaden sowie Brände. Diese Ereignisse haben einen großen Einfluss auf die Verkehrssicherheit, deshalb wurde die Erhebung am 1.1.2006 mittels Formulars in den österreichischen Tunnelwarten begonnen, ab 1.1.2007 stand die Eingabemaske der Tunneldatenbank zur Verfügung. Die Daten des Jahres 2006 wurden in der Datenbank nachgetragen und es muss davon ausgegangen werden, dass aufgrund von Anfangsschwierigkeiten nicht alle Ereignisse ab Beginn der Erhebung erfasst wurden. Die Tunneldatenbank wurde im Jahr 2016 in die Ereignisdatenbank der ASFINAG integriert. Alle folgenden Auswertungen basieren auf der Dokumentation, die in der ASFINAG-Ereignisdatenbank vorgenommen wurde. Tabelle 9 bietet einen Überblick über die Aufzeichnungen der Ereignisdatenbank für Tunnel ab einer Länge von 500 m und es ist zu beachten, dass nicht nur Ereignisse im Tunnel selbst, sondern auch solche im Vorportalbereich sowie im Nachportalbereich erfasst wurden. Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass es bei einzelnen Ereignissen zu Doppelnennungen (beispielsweise Sachschaden und Brand) kommen kann.

Ohne Doppelnennungen oder Mehrfachzuordnungen wurden in der Ereignisdatenbank in Tunnelanlagen ab 500 m Länge insgesamt 6.150 Ereignisse im Untersuchungszeitraum aufgenommen.

Der größte Anteil aller Ereignisse in Tunnels entfällt mit 75,6 % auf Ereignisse mit Sachschaden, gefolgt von Unfällen mit Personenschaden mit 21,6 %. Brände ereigneten sich in Tunnels vergleichsweise selten (2,5 %).

Tabelle 9 Ereignisse mit Personen- sowie Sachschaden und Brände bei Tunnelanlagen ab einer Länge von 500 m auf Autobahnen und Schnellstraßen, gemäß Ereignisdatenbank

Jahr	Personenschaden	Sachschaden	Brand
2006	74	98	9
2007	77	306	11
2008	114	313	7
2009	84	259	18
2010	84	264	14
2011	65	242	3
2012	64	273	7
2013	69	261	6
2014	60	258	5
2015	81	292	7
2016	102	364	13
2017	96	368	6
2018	115	382	11
2019	104	395	13
2020	65	290	10
2021	84	321	15
Gesamt	1.338	4.686	155

Quelle ASFINAG, Bearbeitung KfV Sicherheit-Service GmbH

4.2 Brandereignisse

Wie in Tabelle 9 und Tabelle 10 ersichtlich, wurden im Untersuchungszeitraum 155 Brandereignisse in Tunnelanlagen ab einer Länge von 500 m registriert. Die betroffenen Tunnelanlagen waren wie folgt mit Lüftungsanlagen ausgestattet.

Tabelle 10 Ausstattung der Tunnelanlagen mit Lüftungsanlagen bei Bränden in Tunnelanlagen ab einer Länge von 500 m, Absolutwerte und Prozentanteil (2006-2021)

Art der Lüftungsanlage	Anzahl Brandereignisse	Anteil
Längslüftung	83	54%
Querlüftung	54	35%
kombinierte Lüftung	8	5%
natürliche Lüftung	6	4%
Halbquerlüftung	4	3%
Gesamt	155	100%

Quelle ASFINAG, Bearbeitung KfV Sicherheit-Service GmbH

In 99 Fällen wurde die Lüftung automatisch aktiviert, in 19 Fällen manuell, in 16 Fällen wurde keine Lüftung aktiviert. In 21 Fällen wurde in der Ereignisdatenbank keine Angabe dazu gemacht.

Laut Aufzeichnungen in der ASFINAG-Ereignisdatenbank wurden bei Tunnelbränden vier Personen im Untersuchungszeitraum getötet, letztmalig im Mai 2016. Beim Großteil der Brände, bei 99 Fällen, wurde „Fremdlöschung“ angegeben, Selbstlöschung wurde bei 49 Bränden angegeben, bei 8 Ereignissen erfolgte kein Eintrag.

Von den Brandereignissen waren verschiedene Fahrzeugarten betroffen. Eine Übersicht gibt die folgende Tabelle.

Tabelle 11 Beteiligte Fahrzeugarten bei Bränden in Tunnelanlagen ab einer Länge von 500 m, Absolutwerte und Prozentanteil (2006-2021)

Bei Brand beteiligte Fahrzeuge	Anzahl Ereignisse	Anteil
Personenkraftwagen	77	49 %
Lastkraftwagen	51	33 %
Bus	10	6 %
Personenkraftwagen und Wohnwagen	5	3 %

Bei Brand beteiligte Fahrzeuge	Anzahl Ereignisse	Anteil
Personenkraftwagen und Lastkraftwagen	1	1 %
Personenkraftwagen und Anhänger	1	1 %
defekte Arbeitsmaschine	1	1 %
keine Angabe über Fahrzeugart	4	3 %
Sonstige Ursachen (Baucontainer, Flämmarbeiten)	6	4 %

Quelle ASFINAG, Bearbeitung KfV Sicherheit-Service GmbH

In der Ereignisdatenbank werden auch Informationen zur Brandentstehung dokumentiert, jedoch wurde nicht bei allen Bränden ein Eintrag gemacht. Eine Übersicht über die in der Ereignisdatenbank registrierten Brandentstehungsarten wird in der nachfolgenden Tabelle gegeben.

Tabelle 12 Brandentstehungsarten bei Bränden in Tunnelanlagen ab einer Länge von 500 m, Absolutwerte und Prozentanteil (2006-2021)

Brandentstehungsart	Anzahl Ereignisse	Anteil
langsam nach Rauchentwicklung	96	79 %
Explosionsartig	11	9 %
Motorbrand	7	6 %
Reifenbrand	4	3 %
heiße Bremsen	2	2 %
Kabelbrand	1	1 %
Defekte Arbeitsmaschine	1	1 %
keine Angabe	34	28 %

Quelle ASFINAG, Bearbeitung KfV Sicherheit-Service GmbH

In der Ereignisdatenbank wird registriert, wann die Ereignismeldung eintraf. In vielen Fällen wurde auch dokumentiert, wann die Feuerwehr vor Ort bei einem Ereignis eintraf. Daraus kann die durchschnittliche Zeitspanne zwischen dem Eingang der Alarmierung bei der ASFINAG und dem Eintreffen der Feuerwehr ermittelt werden.

In zehn Fällen war die Feuerwehr bereits vor der Alarmierung vor Ort. In fünf Fällen fiel die Alarmierung mit dem Eintreffen der Feuerwehr zusammen. In 18 Fällen wurden keine Angaben über die Zeitspanne zwischen Alarmierung und Eintreffen der Feuerwehr gemacht.

Bei den verbleibenden Ereignissen lag die Zeitspanne zwischen dem Eingang der Alarmierung bei der ASFINAG und dem Eintreffen der Feuerwehr bei durchschnittlich 10 Minuten und 30 Sekunden. Im urbanen Raum lag bei diesen verbleibenden Ereignissen die angegebene Zeitspanne bei etwas mehr als 7 Minuten, insgesamt waren dies 13 Ereignisse. Im nicht urbanen Raum lag dieser Wert, bei 110 berücksichtigten Ereignissen, bei knapp 11 Minuten. Die maximale Zeitdifferenz betrug rund 33 Minuten, bei 28 Ereignissen lag die Zeitspanne zwischen dem Eingang der Alarmierung und dem Eintreffen der Feuerwehr bei 15 Minuten oder mehr. Diese längeren Zeiträume zwischen Alarmierung und Eintreffen der Feuerwehr vor Ort betrafen bis auf einen Fall durchwegs Ereignisse im nicht urbanen Raum.

4.3 Analyse der Art der Ereignismeldungen

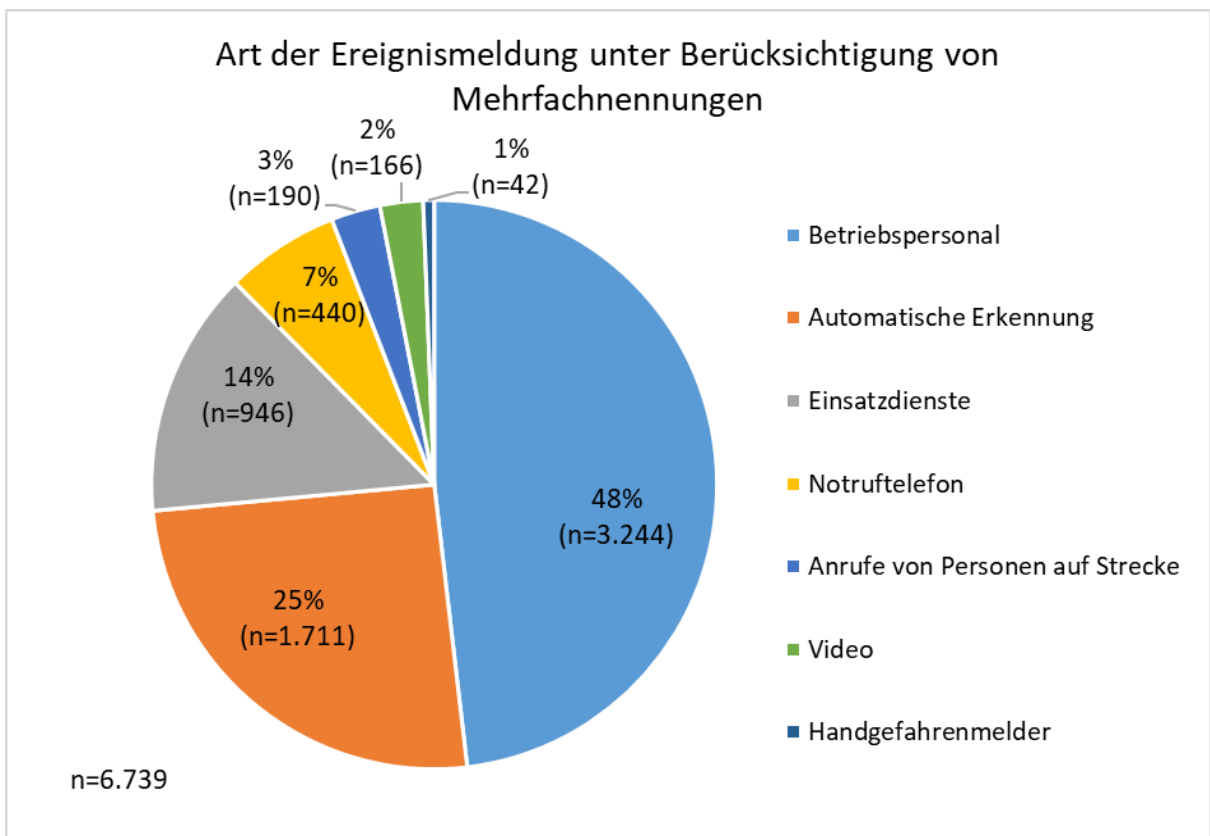
Die Tunnelereignisse gehen auf unterschiedliche Art bei der ASFINAG ein. Möglich sind dabei beispielsweise Meldungen von Einsatzkräften, Personal der ASFINAG, automatische Erkennungen, Meldungen von Verkehrsteilnehmerinnen und Verkehrsteilnehmern. Bis zum Jahr 2016 waren in der Datenbank bei einem Ereignis auch mehrere Arten der Meldung möglich, wenn etwa Einsatzkräfte ein Ereignis meldeten und gleichzeitig eine automatische Erkennung erfolgte, seit dem Jahr 2017 ist nur noch ein eindeutiger Eintrag bei der Ereignismeldung in der Ereignisdatenbank möglich.

In der ASFINAG-Ereignisdatenbank werden viele unterschiedliche Bezeichnungen für Ereignismeldungen verwendet, in den nachfolgenden Auswertungen wurden in den Einzelkriterien die sinngemäß zugehörigen Bezeichnungen zusammengefasst.

Bei der Auswertung nicht berücksichtigt wurden Einträge ohne Angabe sowie nachträgliche Korrekturen oder Einträge aufgrund späterer Meldungen. Der Eintrag „Sonstige Meldungen“ wurde nicht berücksichtigt, da er immer in Kombination mit einem weiteren Kriterium angegeben war.

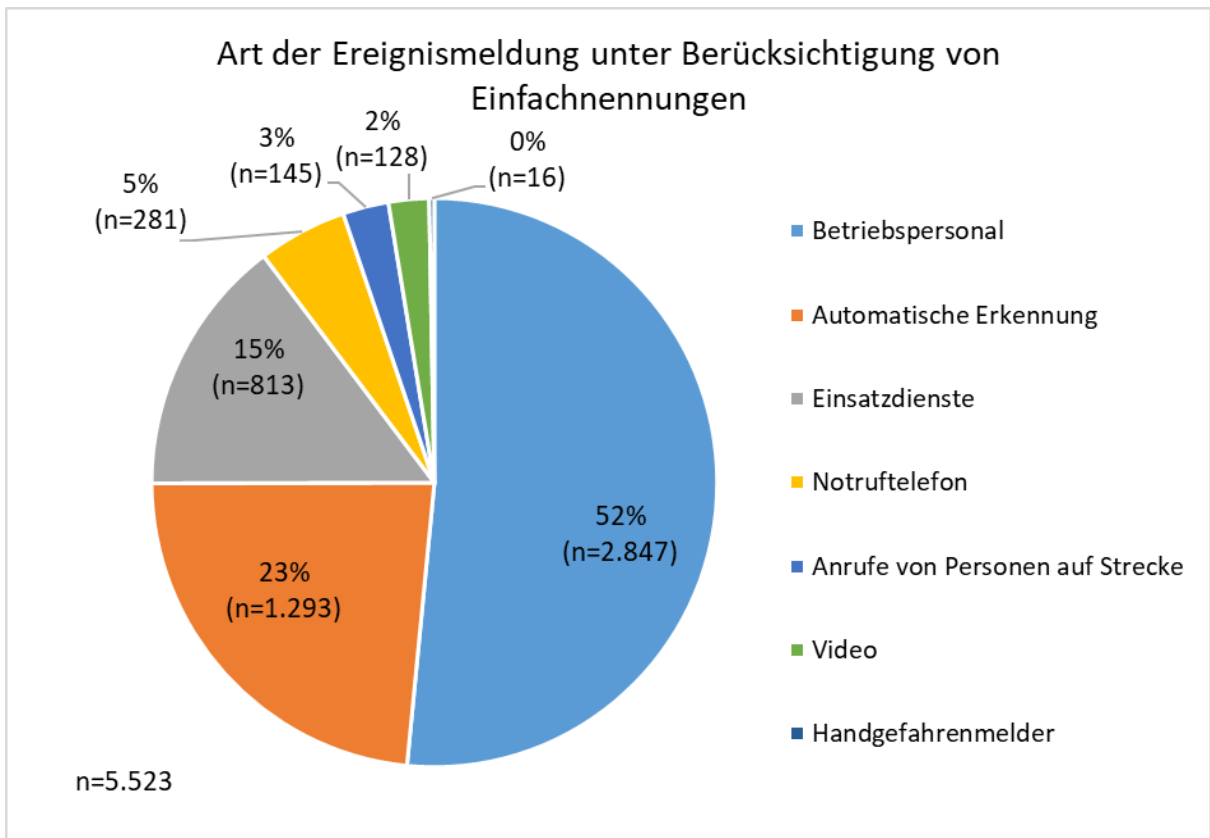
Bei 5.523 der insgesamt 6.150 Ereignisse in Tunnelanlagen ab einer Länge von 500 m wurde genau ein Kriterium angegeben, bei den verbleibenden Ereignissen wurden mehrere Meldungen angeführt. Zählt man die Mehrfachnennungen hinzu, so wurden insgesamt 6.739 Ereignismeldungen in der Ereignisdatenbank dokumentiert.

Abbildung 12 Art der Ereignismeldung bei Ereignissen bei Tunnels ab einer Länge von 500 m unter Berücksichtigung von Mehrfachnennungen (2006-2021)



Quelle ASFINAG, Bearbeitung KfV Sicherheit-Service GmbH

Abbildung 13 Art der Ereignismeldung bei Ereignissen bei Tunnels ab einer Länge von 500 m unter Berücksichtigung von Einfachnennungen (2006-2021)



Quelle ASFINAG, Bearbeitung KfV Sicherheit-Service GmbH

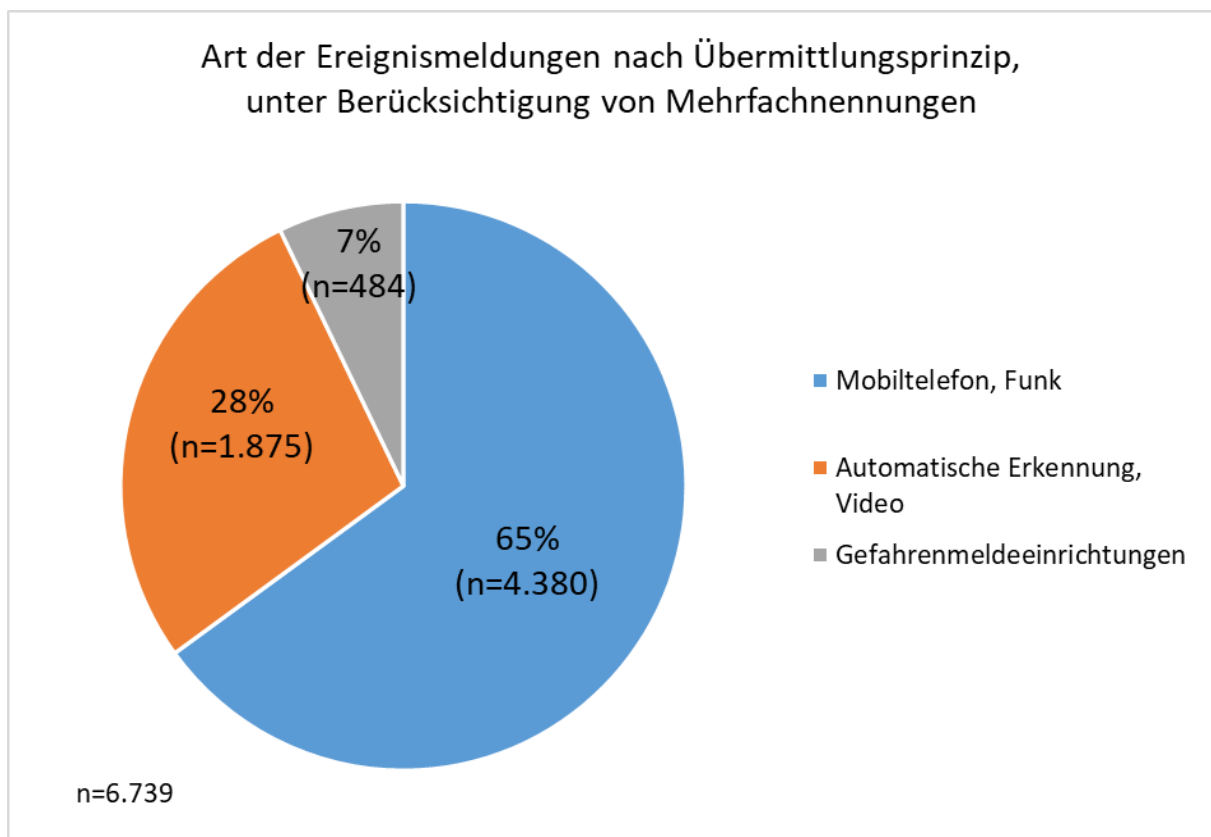
Die Ergebnisse sind bei Berücksichtigung von Einfachnennungen beziehungsweise Mehrfachnennungen ähnlich. Über 48 % der Ereignisse wurden vom Betriebspersonal gemeldet, etwa ein Viertel der Ereignisse wurde automatisch erkannt, die Einsatzdienste meldeten etwa 15 % aller Ereignisse. Erst danach folgt das Notruftelefon mit einem Anteil von rund 5-7 % aller Meldungen. Etwa 2 % der Ereignisse wurden über Video erkannt.

Anrufe von Verkehrsteilnehmerinnen und Verkehrsteilnehmern wurden bei 3 % der Ereignisse angeführt. Hierbei sind jedoch Anrufe dieser Personengruppe, die an die Einsatzdienste gingen, nicht inkludiert – der Anteil der Ereignismeldung von Lenkerinnen und Lenkern wird demnach höher sein als hier angeführt.

In einem weiteren Schritt kann man die angeführten Kriterien auch weiter nach dem zugrunde liegenden Übermittlungsprinzip zusammenfassen: Betriebspersonal, Einsatzdienste und Anrufe von Personen auf der Strecke werden durch Mobiltelefon oder

Funkverbindungen übermittelt, Notruftelefone und Handgefahrenmelder sind Gefahrenmeldeeinrichtungen, die restlichen Ereignisse werden automatisch detektiert. Nach dieser Aufteilung wurden rund 65 % der Ereignisse über Mobiltelefon oder Funk gemeldet, 28 % automatisch erkannt und 7 % über Gefahrenmeldeeinrichtungen übermittelt.

Abbildung 14 Art der Ereignismeldung bei Ereignissen bei Tunnels ab einer Länge von 500 m nach Übermittlungsprinzip, unter Berücksichtigung von Mehrfachnennungen (2006-2021)



Quelle ASFINAG, Bearbeitung KfV Sicherheit-Service GmbH

4.4 Analyse der benutzten Sicherheitseinrichtungen

Eine weitere Kategorie in der ASFINAG-Ereignisdatenbank sind die benutzten Sicherheitseinrichtungen. Hier kann bei den Einzelereignissen eingetragen werden, welche der vorhandenen Sicherheitseinrichtungen benutzt wurden. Ist keine Angabe vorhanden,

so wurde entweder keine Sicherheitseinrichtung verwendet oder es erfolgte kein Eintrag in der Datenbank. Ein möglicher Eintrag bei der benutzten Sicherheitseinrichtung war „Sonstige“. Sowohl bei diesen Fällen als auch den Ereignissen ohne Angabe wurde zusätzlich die Beschreibung des jeweiligen Ereignisses in der Datenbank berücksichtigt. Bei Vorliegen weiterer Informationen aufgrund der Beschreibung wurden den Ereignissen die in diesen Fällen benutzten Sicherheitseinrichtungen zugewiesen.

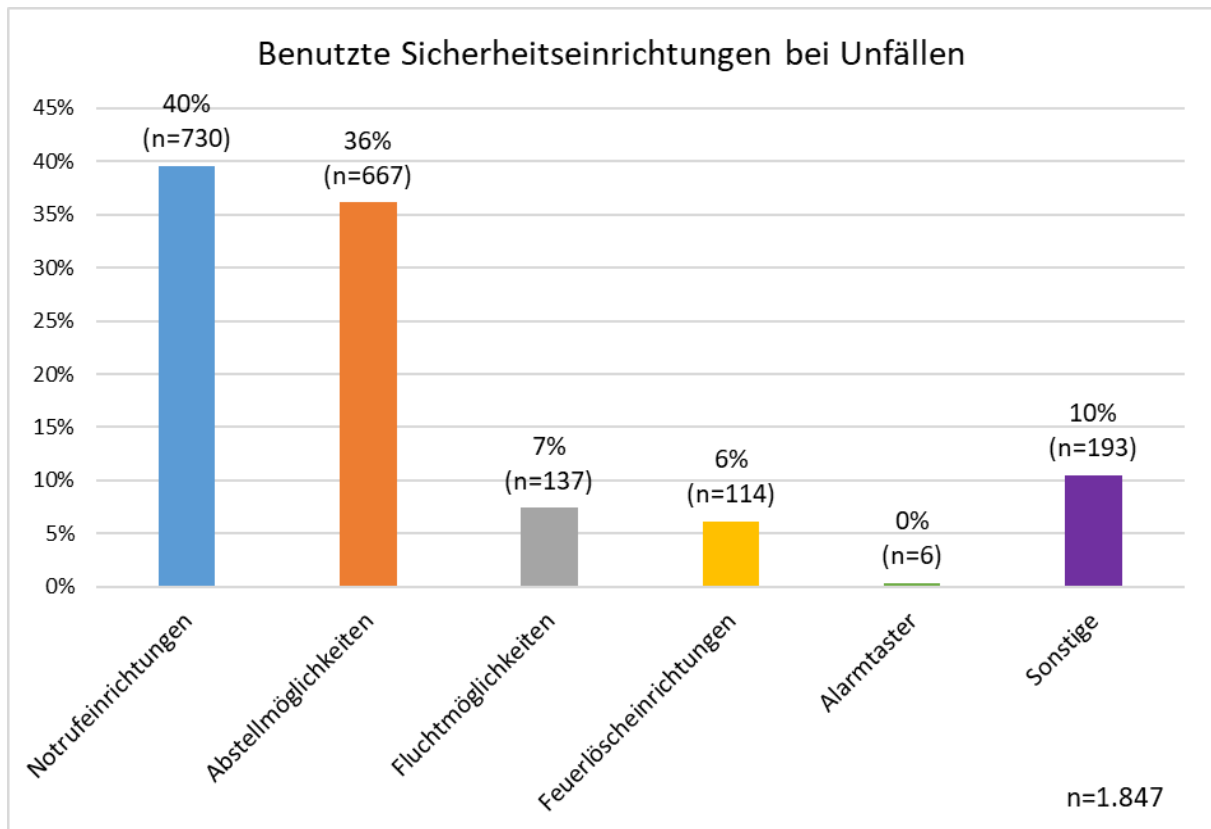
Eine Zuordnung konnte bei etwa einem Viertel aller in der Ereignisdatenbank erfassten Ereignisse getroffen werden, nämlich bei 1.584 von insgesamt 6.150 Ereignissen. Eine Querverbindung zur Art der Ereignismeldung kann jedenfalls nicht gezogen werden.

Nachdem bei einem Ereignis mehrere Sicherheitseinrichtungen benutzt werden können, beispielsweise die Pannenbucht und das Notruftelefon, wurden alle Einträge benutzter Sicherheitseinrichtungen in den folgenden Auswertungen berücksichtigt.

4.4.1 Unfallereignisse

Bei Unfallereignissen wurden vor allem die Notrufeinrichtungen sowie die Abstellmöglichkeiten wie Pannenbucht und Pannestreifen benutzt. Ein Großteil der aufgrund der Beschreibung des Ereignisses ergänzten benutzten Sicherheitseinrichtungen betraf den Pannestreifen, der für ein zumindest kurzfristiges Abstellen des oder der Fahrzeuge genutzt wurde. Bei 10 % der Unfallereignisse (in 193 Fällen), wurde bei der benutzten Sicherheitseinrichtung „Sonstige“ angegeben, ohne dass in diesen Fällen eine Zuordnung möglich war.

Abbildung 15 Benutzte Sicherheitseinrichtungen bei Unfallereignissen bei Tunnels ab einer Länge von 500 m (2006-2021)

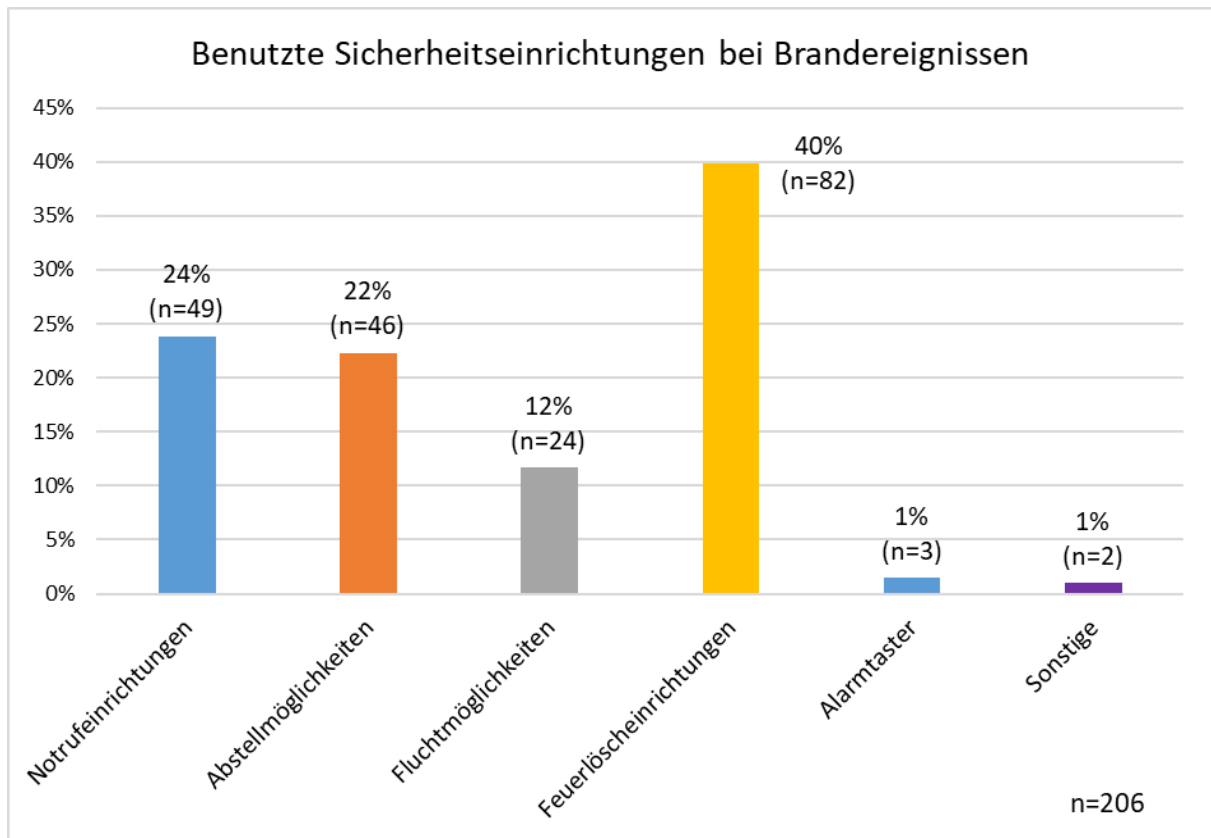


Quelle ASFINAG, Bearbeitung KfV Sicherheit-Service GmbH

4.4.2 Brandereignisse

Bei Brandereignissen erfolgte 206-mal eine Eintragung betreffend die benutzte Sicherheitseinrichtung. Hier zeigt sich, dass in rund 40 % der Fälle eine Feuerlöscheinrichtung wie Feuerlöscher oder Schlauchhaspel benutzt wurde. Auch bei Bränden wurden Notrufeinrichtungen und Abstellmöglichkeiten häufig benutzt.

Abbildung 16 Benutzte Sicherheitseinrichtungen bei Brandereignissen bei Tunnels ab einer Länge von 500 m (2006-2021)



Quelle ASFINAG, Bearbeitung KfV Sicherheit-Service GmbH

4.5 Analyse der Wirksamkeit der Sicherheitseinrichtungen

Die Meldung eingetretener Ereignisse erfolgte zu 65 % durch Personen wie Betriebspersonal oder Einsatzdienste. Der Rest der Ereignisse wurde automatisch erkannt oder mittels Gefahrenmeldeeinrichtungen an die ASFINAG gemeldet.

Der Anteil von automatischer Erkennung von Ereignissen lag, bei Berücksichtigung von Mehrfachnennungen, bei 28 %. In rund 1.270 Fällen wurde das Ereignis ausschließlich durch automatische Erkennung registriert und gemeldet.

Der Anteil von Meldungen mittels Gefahrenmeldeeinrichtungen lag bei 7 %. Im Untersuchungszeitraum wurden bei Berücksichtigung von Mehrfachnennungen insgesamt 484 Ereignisse mit diesen Einrichtungen gemeldet. In rund 300 Fällen erfolgte die

Ereignismeldung an die ASFINAG ausschließlich mittels Gefahrenmeldeeinrichtungen wie Notruftelefon oder Handgefahrenmelder.

Technische Sicherheitseinrichtungen wie automatische Erkennung von Ereignissen und Gefahrenmeldeeinrichtungen spielten demnach in etwa 35 % der Fälle mittelbar oder unmittelbar eine Rolle bei der Ereignismeldung. Rund 1.720 Ereignisse wurden ausschließlich mit diesen Einrichtungen an die ASFINAG gemeldet. Sie sind somit für die Informationsübertragung als wesentlich anzusehen.

Bei den benutzten Sicherheitseinrichtungen zeigt sich, dass bei Unfallereignissen vor allem die Notrufeinrichtungen und Abstellmöglichkeiten genutzt werden. Bei 76 % der Ereignisse bei Tunnels ab einer Länge von 500 m wurden Einrichtungen dieser beiden Kategorien angegeben. Fluchtmöglichkeiten wie Querschläge und Notausgänge wurden rund 140-mal verwendet, und somit bei rund 7 % der Ereignisse, bei denen Informationen vorlagen.

Brandschutztechnische Vorrichtungen wie Feuerlöscher oder Hydranten mit Schlauchhaspel wurden bei Unfällen 114-mal verwendet, somit bei rund 6 % der vorliegenden Ereignisse. Bei Bränden liegt dieser Anteil erwartungsgemäß weit höher: hier wurden diese Vorrichtungen 82-mal benutzt, das ist bei 40 % der Brandereignisse, bei denen Informationen bezüglich der benutzten Sicherheitseinrichtungen vorlagen. Auch bei Brandereignissen wurden Notrufeinrichtungen und Abstellmöglichkeiten oft angeführt – Einrichtungen dieser beiden Kriterien wurden 95-mal angeführt, somit bei 46 % der Ereignisse. Querschläge und Notausgänge wurden 24-mal bei Brandereignissen und somit bei 12 % der dokumentierten Ereignisse benutzt.

Gesamt gesehen kann demnach konstatiert werden, dass vor allem die Notrufeinrichtungen und Abstellmöglichkeiten häufige Verwendung bei Ereignissen bei Tunnels ab einer Länge von 500 m finden. Feuerlöscheinrichtungen sind bei Brandereignissen wesentlich und werden häufig benutzt. Fluchtmöglichkeiten wurden insgesamt rund 160-mal verwendet und somit durchschnittlich 10-mal pro Jahr.

Eine geringe Bedeutung haben Alarmtaster (Brandtaster und SOS-Taster). Diese wurden im Untersuchungszeitraum nur 9-mal als benutzte Sicherheitseinrichtung angegeben. In zwei dieser Fälle wurde nur ein Alarmtaster als alleinig benutzte Sicherheitseinrichtung angegeben.

Empfehlungen

Maßnahmen im Bereich Infrastruktur

Die Unfall- und Verunglücktenraten liegen in Tunnelbereichen unter jenen des gesamten Autobahnen- und Schnellstraßennetzes. Bei den Unfallörtlichkeiten in Tunnelbereichen unter Berücksichtigung von Vor- und Nachportalbereich zeigt sich, dass die höchsten Unfallraten im Portal- und Einfahrtsbereich zu verzeichnen sind. Diesem Anfangsbereich ist daher erhöhte Aufmerksamkeit bei der Planung und Ausgestaltung zu widmen. Vor allem Absicherungsmaßnahmen im Portalbereich und Beleuchtungsmaßnahmen, wie adäquate Adaptionsbeleuchtung, sind hierbei anzuführen. Weiterhin ist danach zu trachten, in Abstimmung mit der RVS 09.01.25 (FSV - Österreichische Forschungsgesellschaft Straße-Schiene-Verkehr, 2015), eine homogene Gestaltung der Portalbereiche im gesamten Autobahn- und Schnellstraßennetz zu erwirken.

Die Auswertung der Ereignismeldungen zeigt, dass die technischen Sicherheitseinrichtungen wie automatische Erkennung von Ereignissen und Gefahrenmeldeeinrichtungen bei der Meldung von Ereignissen wesentlich sind. Bei den benutzten Sicherheitseinrichtungen zeigt sich, dass bei Unfallereignissen vor allem die Notrufeinrichtungen und Abstellmöglichkeiten genutzt werden. Daraus kann man ableiten, dass die Ausstattung der österreichischen Tunnels mit technischer Infrastruktur hinsichtlich Tunnelsicherheit wirksam ist. Dementsprechend wird empfohlen, die technischen Sicherheitsausrüstungen weiterhin nach dem Stand der Technik zu implementieren, um die Einhaltung der Sicherheitsstandards gemäß Straßentunnel-Sicherheitsgesetz sowie eine rasche Reaktion bei festgestellten Defiziten sicherzustellen.

Maßnahmen im Bereich Überwachung sowie bewusstseinsbildende Maßnahmen

Die häufigste angegebene, vermutete Unfallursache ist Unachtsamkeit/Ablenkung. Hier können vor allem bewusstseinsbildende Maßnahmen eingesetzt werden.

Durch Überwachungsmaßnahmen können weitere, häufiger angegebene vermutete Ursachen wie zu geringer Sicherheitsabstand und nicht angepasste Geschwindigkeit beeinflusst werden. Dabei können Abstandsmessanlagen und Geschwindigkeitsüberwachung eingesetzt werden, wobei die Maßnahmen entsprechend

den spezifischen Verkehrs- und Anlageverhältnissen von Tunnels abgestimmt werden müssen. Nachdem die Unfallraten im Einfahrtsbereich von Tunnels höher liegen als in den sonstigen Bereichen, erscheint es sinnvoll, Maßnahmen zur Geschwindigkeitsüberwachung bereits vor den Tunnelanlagen zu installieren beziehungsweise, beispielsweise bei Anordnung einer Section Control-Anlage, diese bereits außerhalb des Tunnels beginnen zu lassen.

Weiterhin sinnvoll ist eine ausreichende Information der Verkehrsteilnehmerinnen und Verkehrsteilnehmer über das richtige Verhalten bei Unfällen, Pannen und Bränden im Tunnel.

Zusammenfassung

Die vorliegende Untersuchung betrachtet das Unfallgeschehen in Tunnels auf Österreichs Autobahnen und Schnellstraßen im Zeitraum 1999-2021. Im Bericht werden zunächst die Unfallrelativzahlen in Tunnels ab einer Länge von über 200 m mit jenen des gesamten Autobahnen- und Schnellstraßennetzes verglichen. In einem weiteren Abschnitt folgen die Darstellung der Entwicklung der Unfallzahlen in Tunnelanlagen ab einer Länge von über 500 m sowie eine detaillierte Untersuchung von Tunnelunfällen mit Personenschaden nach den Parametern Örtlichkeit des Unfalls, Unfalltyp und vermutete Unfallursache für den Zeitraum 2006-2021. Anschließend werden ebenfalls für den Zeitraum 2006-2021 Ereignisse in Tunnels, die auch Unfälle mit Sachschaden sowie Brände umfassen, untersucht. Neben den Ereignissen wird auch eine Analyse der Art der Ereignismeldungen sowie der benützten Sicherheitseinrichtungen durchgeführt. Abschließend werden Empfehlungen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit im Bereich Infrastruktur, Überwachung und Bewusstseinsbildung formuliert.

Unfallgeschehen in Tunnels von Autobahnen und Schnellstraßen

In Österreich ereigneten sich in Tunnelanlagen auf Autobahnen und Schnellstraßen mit einer Länge über 500 m im Betrachtungszeitraum 2006-2021 pro Jahr durchschnittlich rund 87 Unfälle mit Personenschaden. Dabei verunglückten jährlich im Schnitt etwa 143 Personen, drei bis vier Personen wurden dabei durchschnittlich pro Jahr getötet.

Berücksichtigt man auch die Tunnelröhren ab einer Länge über 200 m und weitet den Betrachtungszeitraum auf den gesamten Untersuchungszeitraum 1999-2021 aus, so ereigneten sich pro Jahr durchschnittlich 98 Unfälle mit Personenschaden in Tunnels auf Autobahnen und Schnellstraßen. Dabei verunglückten jährlich im Schnitt rund 166 Personen, von denen pro Jahr durchschnittlich sechs Personen getötet wurden.

Vergleich von Tunnelbereichen mit Autobahnen und Schnellstraßen

Die Wahrscheinlichkeit, bei einem Unfall in einem Tunnel ab einer Länge von 200 m im Autobahnen- und Schnellstraßennetz beteiligt zu sein, ist niedriger als im gesamten hochrangigen Netz. Auch die Verunglücktenrate in Tunnels ab einer Länge von 200 m liegt unter der von Autobahnen und Schnellstraßen. Die Unfallkostenrate ist in Tunnels

geringfügig höher als auf Autobahnen und deutlich niedriger als auf Schnellstraßen. Die Wahrscheinlichkeit, bei einem Unfall in einem Tunnel im hochrangigen Netz getötet zu werden, ist höher als auf Autobahnen und geringer als auf Schnellstraßen.

Unfallörtlichkeiten, Unfalltypen, vermutete Unfallursachen

Bei Betrachtung der Tunnels über 500 m zeigt sich, dass im Portalbereich, gefolgt vom Einfahrtsbereich, die höchsten Unfallraten zu verzeichnen sind. Die übrigen Bereiche weisen deutlich niedrigere Unfallraten auf. Es treten dabei keine wesentlichen Unterschiede zwischen Tunnels im Richtungsverkehr beziehungsweise Gegenverkehr auf.

Wie im gesamten ASFINAG-Netz weist in Tunnels mit einer Länge über 500 m die Unfalltypenobergruppe „Unfälle im Richtungsverkehr“, die vor allem Auffahrunfälle und Streifkollisionen beinhaltet, den höchsten Anteil am Unfallgeschehen auf. Der Anteil dieser Unfalltypenobergruppe liegt in Richtungsverkehrstunnels deutlich über dem Schnitt des Gesamtnetzes.

Bei den vermuteten Unfallursachen wurden von der Exekutive am häufigsten Unachtsamkeit/Ablenkung, mangelhafter Sicherheitsabstand, nichtangepasste Geschwindigkeit und Übermüdung angegeben.

Ereignisse in Tunnels – Unfälle mit Sach- oder Personenschaden sowie Brände

Der größte Anteil aller Ereignisse in Tunnels ab einer Länge von 500 m entfällt mit etwas über 75 % auf Ereignisse mit Sachschaden, gefolgt von Unfällen mit Personenschaden mit rund 22 %. Brände ereigneten sich mit einem Anteil von 2,5 % in Tunnels vergleichsweise selten. Insgesamt wurden im Betrachtungszeitraum 155 Brandereignisse in Tunnels ab einer Länge von 500 m vermerkt, somit etwa 10 Brandereignisse pro Jahr. Bei etwa der Hälfte der Brandereignisse waren Personenkraftwagen beteiligt, bei etwa einem Drittel der Ereignisse waren Lastkraftwagen beteiligt.

Ereignisse in Tunnelanlagen werden häufig von Streckenpersonal oder Einsatzkräften an die ASFINAG gemeldet. Technische Sicherheitseinrichtungen wie automatische Erkennung von Ereignissen und Gefahrenmeldeeinrichtungen spielten in etwa 35 % der Fälle mittelbar oder unmittelbar eine Rolle bei der Ereignismeldung. Etwa 1.720 Ereignisse wurden ausschließlich mit diesen Einrichtungen an die ASFINAG gemeldet.

Bei Ereignissen in Tunnels ab einer Länge von 500 m finden vor allem Notrufeinrichtungen und Abstellmöglichkeiten häufige Verwendung. Fluchtmöglichkeiten wurden bei Unfall- oder Brandereignissen im Untersuchungszeitraum insgesamt rund 160-mal verwendet und somit durchschnittlich 10-mal pro Jahr. Brandereignisse in Tunnels stellen zwar nur einen geringen Anteil an allen Ereignissen dar, in diesen Fällen sind Feuerlöscheinrichtungen jedoch wesentlich und werden häufig benutzt.

Summary

The study examines accidents in tunnels on Austrian motorways and expressways in the period 1999-2021. In a first step accident numbers in tunnels longer than 200 m are compared with those of the entire motorway and expressway network. In a further section, the development of accident numbers in tunnels longer than 500 m in the period 2006-2021 is described, as well as a detailed investigation of injury accidents in tunnels regarding accident location, accident type and suspected cause of accident. Subsequently, incidents in tunnels in the period 2006-2021, which also include accidents with material damage only and fires, are investigated. In addition to the incidents, an analysis of reporting the incidents and the safety equipment used during incidents is carried out. Finally, recommendations are given for increasing safety in tunnels.

Accidents in tunnels of motorways and expressways

Between 2006 and 2021, in Austrian tunnels longer than 500 m, on average 87 tunnel accidents involving personal injury were registered per year. Annually, on average 143 road users were injured, including 3 to 4 persons with fatal injuries. By including tunnels longer than 200 m and extending the reporting period to 1999-2021 these numbers shift to 98 injury accidents and 166 injured persons, the latter including 6 fatalities.

Comparison of tunnel areas with motorways and expressways

The probabilities of an accident occurring in a tunnel in the motorway and expressway network and of being injured in such an accident are lower than on the entire high-level network. The accident cost rate in tunnels is slightly higher than that on motorways and distinctly lower than that on expressways. The probability of being killed in a tunnel accident on the motorway and expressway network is higher than on motorways and lower than on expressways.

Accident locations, accident types, accident causes

Regarding the locations of accidents in tunnels longer than 500 m, the portal area, which designates the section 10 m before and after the portal, shows the highest accident rate. The adjacent entrance area has the second highest rate. All other areas similarly have low

accident rates. There are no significant differences between tunnels with unidirectional traffic and bidirectional tunnels.

As in the entire ASFINAG network, accidents in unidirectional traffic dominate in tunnels longer than 500 m, whereby the share of this accident type is above the average of the entire network in tunnels with unidirectional traffic.

Regarding the suspected causes of accidents, carelessness/distraction, inadequate safety distance, inappropriate speed and fatigue were most frequently reported by the police.

Incidents in tunnels – injury accidents, accidents with damage to property only and fires

The largest proportion of incidents in tunnels longer than 500 m – just over 75 % - were incidents involving property damage only. Injury accidents were about 22 % of all incidents, fires, with a share of 2.5 % were comparatively rare. A total of 155 fire incidents were recorded between 2006 and 2021, equaling 10 fire incidents per year. Passenger cars were involved in about 50 % of recorded fire incidents, lorries in about one third.

In many cases, incidents in tunnels are detected and reported to ASFINAG by ASFINAG staff or the police. In about 35 % of reported incidents technical devices like automatic detection equipment or hazard alarm systems were used. More than 1,720 incidents were reported to ASFINAG exclusively with these devices.

In tunnels longer than 500 m SOS telephones and possibilities to temporarily park the vehicles, like hard shoulders and emergency bays, are frequently used. Between 2006 and 2021 escape possibilities were used around 160 times in total at accidents and fire incidents, thus 10 times per year. Fire incidents only have a low portion of all incidents, but in these cases firefighting equipment is essential and frequently used.

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Unfallgeschehen in Tunnels mit einer Länge von über 200 m auf Autobahnen und Schnellstraßen (1999-2021)	9
Tabelle 2 Durchschnittliche Unfallkosten eines Kostenträgers beziehungsweise einer Schadensart	13
Tabelle 3 Vergleich der Unfälle mit Personenschaden (UPS), der Verunglückten, der Getöteten, der volkswirtschaftlichen Unfallkosten und der Fahrleistungen in Tunnels ab einer Länge von 200 m mit den Autobahnen- und Schnellstraßennetzen, Absolutwerte (1999-2021)	16
Tabelle 4 Vergleich von Anzahl, Länge und Verkehrsstärke (2021) und Unfallgeschehen (1999-2021) der untersuchten Tunnels ab einer Länge von 200 m auf Autobahnen und Schnellstraßen	18
Tabelle 5 Vergleich von verschiedenen Unfallrelativzahlen in Tunnels ab einer Länge von 200 m mit Autobahnen und Schnellstraßen (1999-2021).....	19
Tabelle 6 Vergleich der Verletzungsschwere bei Unfällen mit Personenschaden in Tunnels ab einer Länge von über 200 m mit der Verletzungsschwere bei Unfällen mit Personenschaden auf Autobahnen und Schnellstraßen, Absolutwerte (1999-2021)	20
Tabelle 7 Entwicklung der Unfallrelativzahlen in Tunnels ab einer Länge von über 500 m, mit Gegenverkehr (2006-2021).....	26
Tabelle 8 Entwicklung der Unfallrelativzahlen in Tunnels ab einer Länge von über 500 m, mit Richtungsverkehr (2006-2021)	27
Tabelle 9 Ereignisse mit Personen- sowie Sachschaden und Brände bei Tunnelanlagen ab einer Länge von 500 m auf Autobahnen und Schnellstraßen, gemäß Ereignisdatenbank..	36
Tabelle 10 Ausstattung der Tunnelanlagen mit Lüftungsanlagen bei Bränden in Tunnelanlagen ab einer Länge von 500 m, Absolutwerte und Prozentanteil (2006-2021).	37
Tabelle 11 Beteiligte Fahrzeugarten bei Bränden in Tunnelanlagen ab einer Länge von 500 m, Absolutwerte und Prozentanteil (2006-2021)	37
Tabelle 12 Brandentstehungsarten bei Bränden in Tunnelanlagen ab einer Länge von 500 m, Absolutwerte und Prozentanteil (2006-2021)	38

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Entwicklung der Unfälle mit Personenschaden, der Verunglückten und Getöteten (1999-2021) in Tunnels mit einer Länge über 200 m	11
Abbildung 2 Entwicklung des Unfallgeschehens in Tunnels ab einer Länge über 200 m sowie der Gesamtlänge dieser Tunnels seit dem Jahr 1999 (Index: 1999 = 100 %).....	17
Abbildung 3 Vergleich von Unfallrelativzahlen in Tunnels ab einer Länge von über 200 m mit jenen auf Autobahnen und Schnellstraßen (1999-2021)	20
Abbildung 4 Vergleich der Verletzungsschwere bei Unfällen mit Personenschaden in Tunnels ab einer Länge von über 200 m mit der Verletzungsschwere bei Unfällen mit Personenschaden auf Autobahnen und Schnellstraßen in Prozent (1999-2021).....	21
Abbildung 5 Entwicklung des Unfallgeschehens in Tunnels ab einer Länge von über 500 m, mit Gegenverkehr (2006-2021).....	24
Abbildung 6 Entwicklung des Unfallgeschehens in Tunnels ab einer Länge von über 500 m, mit Richtungsverkehr (2006-2021)	25
Abbildung 7 Entwicklung der Unfallraten [UPS/1 Mio.Kfz-km] in Tunnels mit über 500 m Länge, mit Gegenverkehr und Richtungsverkehr (2006-2021).....	28
Abbildung 8 Unfallrate [UPS/1Mio.Kfz-km] in Tunnels mit über 500 m Länge, mit Gegenverkehr und Richtungsverkehr, nach Örtlichkeit des Unfalls mit Personenschaden (2006-2021)	29
Abbildung 9 Unfalltypen bei Unfällen in Tunnels mit Gegenverkehr mit über 500 m Länge nach Örtlichkeit des Unfalls in Prozent (2006-2021)	30
Abbildung 10 Unfalltypen bei Unfällen in Tunnels mit Richtungsverkehr mit über 500 m Länge nach Örtlichkeit des Unfalls in Prozent (2006-2021).....	31
Abbildung 11 Vermutete Unfallursachen in Tunnels mit Gegenverkehr und Richtungsverkehr mit über 500 m Länge in Prozent (2012-2021)	32
Abbildung 12 Art der Ereignismeldung bei Ereignissen bei Tunnels ab einer Länge von 500 m unter Berücksichtigung von Mehrfachnennungen (2006-2021)	40
Abbildung 13 Art der Ereignismeldung bei Ereignissen bei Tunnels ab einer Länge von 500 m unter Berücksichtigung von Einfachnennungen (2006-2021)	41
Abbildung 14 Art der Ereignismeldung bei Ereignissen bei Tunnels ab einer Länge von 500 m nach Übermittlungsprinzip, unter Berücksichtigung von Mehrfachnennungen (2006-2021)	42
Abbildung 15 Benutzte Sicherheitseinrichtungen bei Unfallereignissen bei Tunnels ab einer Länge von 500 m (2006-2021).....	44
Abbildung 16 Benutzte Sicherheitseinrichtungen bei Brandereignissen bei Tunnels ab einer Länge von 500 m (2006-2021).....	45

Literaturverzeichnis

- Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie. (2022). *Statistik Straße und Verkehr*. Wien.
- FSV - Österreichische Forschungsgesellschaft Straße-Schiene-Verkehr. (2009). *RVS 09.01.23; Tunnel, Tunnelbau, Bauliche Gestaltung, Innenausbau*. Wien: FSV.
- Herry Consult, Kuratorium für Verkehrssicherheit. (2017). *Unfallkostenrechnung Straße 2017*. Wien: BMVIT.
- Herry Consult, Kuratorium für Verkehrssicherheit, Zentrum Transportwirtschaft und Logistik. (2012). *Unfallkostenrechnung Straße 2012*. Wien: BMVIT.
- Herry Consult, Zentrum Transportwirtschaft und Logistik, Kuratorium für Verkehrssicherheit. (2007). *Unfallkostenrechnung Straße 2007 unter Berücksichtigung des menschlichen Leids (Willingness to Pay)*. Wien: BMVIT.
- Nussbaumer, C., & Nitsche, P. (2008). *Sicherheit von Straßentunnels; Verkehrssicherheit in Tunnels auf Autobahnen und Schnellstraßen*. Wien: BMVIT; KFV.
- Nussbaumer, C., & Nossek, G. (2010). *Sicherheit von Straßentunnels; Verkehrssicherheit in Tunnels auf Autobahnen und Schnellstraßen (1999-2009)*. Wien: BMVIT; KFV.
- Schwaighofer, P., Schneider, F., & Donabauer, M. (2012). *Sicherheit von Straßentunnels; Verkehrssicherheit in Tunnels auf Autobahnen und Schnellstraßen (1999-2011)*. Wien: BMVIT; KFV.
- Schwieger, K., Strnad, B., Ortner, H., & Donabauer, M. (2014). *Sicherheit von Straßentunnels; Verkehrssicherheit in Tunnels auf Autobahnen und Schnellstraßen (1999-2013)*. Wien: BMVIT.
- Statistik Austria. (2022). *Straßenverkehrsunfälle, Jahresergebnisse 2021*. Wien: Statistik Austria.
- Strnad, B., & Radon, S. (2020). *Bericht über Brände und Unfälle in Tunnelanlagen (1999-2019)*. Wien: BMK.

Strnad, B., & Schmied, S. (2016). *Sicherheit von Straßentunnels; Verkehrssicherheit in Tunnels auf Autobahnen und Schnellstraßen (1999-2015)*. Wien: BMVIT.

Strnad, B., & Schmied, S. (2018). *Bericht über Brände und Unfälle in Tunnelanlagen (1999-2017)*. Wien: BMVIT.

Abkürzungen

Abs.	Absatz
ASFINAG	Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft
BMK	Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie
EU	Europäische Union
JDTV	Jahresdurchschnittliche tägliche Verkehrsstärke
KfV	Kuratorium für Verkehrssicherheit
Kfz	Kraftfahrzeug
km	Kilometer
lvl	leicht verletzt
Mio.	Million
Mrd.	Milliarde
STSG	Straßentunnel-Sicherheitsgesetz
svl	schwer verletzt
UDM	Unfalldatenmanagement
UPS	Unfall mit Personenschaden
Ur	Unfallrate
VU	Verunglückte

**Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie**

Radetzkystraße 2, 1030 Wien

+43 (0) 800 21 53 59

servicebuero@bmk.gv.at

bmk.gv.at