UMSITEC
Umwelt- und Sicherheitstechnik

Kundeninfo zu E-Autos + E-Ladstationen (LIS)

Div. Sicherheitshinweise und Risikoanalyse zu Akku-Ladestationen (LIS)
und Elektro-PKW's (Hybrid + Voll E-Autos) / E-Bikes bzw. Pedelec / etc.
in Tiefgaragen und Freiflächen

(Überwachung von E-Ladestationen / Überwachung von E-Autos
Überwachung von E-Fahrrädern / Überwachung von E-Rollern)

Disclaimer:
Diese Information ist als völlig unverbindliche Information anzusehen. Jegliche Haftung irgendwelcher Art für den Inhalt oder daraus abgeleiteter Aktionen der Leser und / oder Nutzer, wird ausdrücklich und vollständig ausgeschlossen. (V25. - 02.01.2025)

© UMSITEC – Ulrich Ramakers

UMSITEC – NL Holzappel
Esteraustr. 10
56379 Holzappel

Tel.: 0 64 39 / 90 19 90
eMail: u.ramakers@umsitec.de

1. Anfangs-Statement der Fa. UMSITEC

UMSITEC unterstützt und befürwortet komplett den ges. Umgang, mit den erneuerbaren Energien und dabei ganz besonders auch die s.g. E-Mobilität.

UMSITEC hat auch zur Überwachung und Absicherung der Elektro-Ladestation (LIS) die erste regelkonforme Gas-und Thermo-Überwachung entwickelt, zum Patent angemeldet und vermarktet diese Sicherheits-Systeme.

Doch wir möchten eines dennoch unmissverständlich klarstellen:
„**UMSITEC hält jede Elektro-Ladestation im Freien für besser, als jede Elektro-Ladestation in einem Gebäude.“**

Warum ?

Wir verdienen zwar mit einer dortigen regelkonformen Gas-und Thermo-Überwachung unser Geld.

Dennoch - sind viele Gebäude nicht für den Einbau einer solcher E-Ladestation sicher bzw. geeignet. Und trotz entsprechender Sicherheits-Überwachungen, gibt es bis heute noch immer weitere ungelöste Probleme, wie z.B. richtiger Gebäudebrandschutz / richtige zur Verfügung Stellung von Löschwasser für die Feuerwehr / fehlende Brand eindämmende Brandschutz-Tore usw.

© UMSITEC – Ulrich Ramakers

2. LIS - Ladeinfrastrukturstation (Elektroladestation für E-Autos)

Die jeweilige aktuelle Bundesregierung, will die E-Mobilität massiv fördern und hat sich dabei zum Ziel gesetzt, so viele E-Autos wie möglich in Deutschland auf die Straße zu bringen.

Doch damit diese E-Autos nicht nur zu Hause, an der heimischen Steckdose aufgeladen werden können, benötigt man auch in ganz Deutschland – die s.g. **LIS** (Ladeinfrastrukturstationen).
D.h. einfach ausgedrückt: „Elektro-Ladestationen für E-Autos“.

Diese besagten „LIS“ werden darum in ganz Deutschland in Massen verbaut.
Oberirdisch, im Rahmen dortiger bereits vorhandener und/oder neuer Parkplätze.

Oder aber auch – unterirdisch, in Tiefgaragen bzw. Parkhäusern.

Und da fangen die eigentlichen Problem schon einmal an.

Denn das derzeitige gesetzl. Regelwerk, ist bzgl. der Umsetzung und Absicherung dieser „LIS“ noch sehr schwammig – und das kann bei späteren Lade- bzw. Brand-Unfällen, für den jeweiligen Betreiber sehr teuer werden. So dass dieser danach auf hohen Kosten sitzen bleibt – weil auch die jeweiligen Gebäude-Versicherungen, sich hierzu sehr bedeckt halten.

© UMSITEC – Ulrich Ramakers

3. Wo liegt die rechtliche Problematik einer „LIS“

Die ges. Problematik besteht darin, das der rechtliche Rahmen zum jetzigen Zeitpunkt nicht eindeutig ist, d.h. es gibt zum Teil sehr widersprüchliche Aussagen dazu

Daher wird in der jeweils dazugehörigen gesetzl. vorgeschriebenen bauseits schriftlich zu erstellenden Gefährdungsbeurteilung (GBU) versucht darzustellen, wie komplex und leider noch nicht vollständig gelöst dieses Thema „LIS“ in Tiefgaragen ist.

Aus diesem Grund werden in einer GBU nach Möglichkeit, alle zur Zeit dazu vorgefundenen Dokumente und Hinweise mit aufgenommen und in zeichnerischen Lösungskonzepten dargestellt.

Fazit:

Der Verzicht auf PKW-Stellplätze mit einer „LIS“ in Tiefgaragen, ist somit nicht die Lösung. Da dieser Punkt, des Zwangseinbaus sogar in der Hessischen „GaV“ zwingend bindend vorgegeben wird und die anderen Bundesländer werden dazu garantiert in Kürze ebenfalls nachziehen.

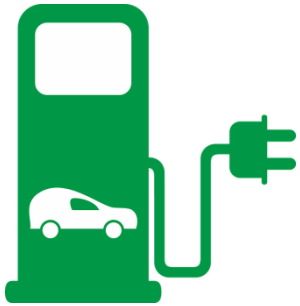
Es sollten daher Lösungskonzepte für Gas-Warnlagen, die zusätzliche Sensorik (Thermomelder und Gas-Messfühler für H2) für den Brandschutz beinhalten, eingeholt werden. Zus. sollten diese Gas-Warnanlangen auch die Möglichkeiten bieten, der gleichzeitigen allpoligen Abschaltung aller „LIS“, incl. einer optischen Rückmeldung, für die vor Ort tätigen Feuerwehr, vor bzw. bei Ihrem Einsatz.

© UMSITEC – Ulrich Ramakers

4. Was muss bei der E-Überwachung überwacht werden ?

Bei der E-Überwachung geht es nicht nur um die reine Überwachung
<u>von E-Ladestationen, sondern auch um die Überwachung von:</u>

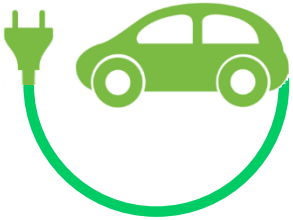
E-Ladestation



<u>Aufstellungsort:</u>

- in einer Tiefgarage
- im Freien

E-Autos + E-Motorräder



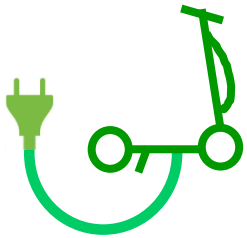
<u>E-Autos:</u>

- Hybrid-PKW
- Voll E-Autos

(Gleiche Überwachung egal ob parken <u>oder</u> parken + laden)

E-Fahrräder

E-Roller



Wir raten allen dringend dazu, E-Fahrräder + E-Roller aus Ihren Gebäuden fernzuhalten - wegen zu viel ungeklärter Überwachungsprobleme

© UMSITEC – Ulrich Ramakers

5. Gesetzliche Vorgehensweise gemäß der BetrSichV + ArbSchG

START

Ereignis
Der Betreiber plant eine Tiefgarge, mit einer CO+NO2+CO2 + LIS-GWA

Tätigkeit
Gemeinsame Ermittlung aller dazugehörigen Daten für die GWA

Tätigkeit
Berechnen und ermitteln aller Fakten für diese CO+NO2+CO2 + LIS-GWA

Tätigkeit
GBU Pkt. 1/5
Erstellung des zeichnerischen Lösungskonzeptes

Bundes-recht
Landes-recht
Entscheidung
Prüfung und Freigabe dieser Ausarbeitung durch den techn. (SV 2.)
Nein
Ja

Entscheidung
Erstellung der GBU und zeitgl. zweite Prüfung und Freigabe (SV 1.)
GBU Pkt. 2/5
Nein
Ja

Tätigkeit
LV-Erstellung bzw. Angebots-Erstellung

Tätigkeit
Errichtung der ges. CO+NO2+CO2 + LIS-GWA und Inbetriebnahme

Bundes-recht
Landes-recht
Entscheidung
Technische Abnahme der GWA durch den techn. (SV 2.)
Nein
Ja

Entscheidung
Wirksam-keitsprüfung gemäß der GBU, durch den (SV 1.)
GBU Pkt. 3/5
Nein
Ja

Tätigkeit
GBU Pkt. 4/5
Erstellung der Gas-Notfall-Verfahrensanweisung (SV = Sachverständiger)

Tätigkeit
GBU Pkt. 5/5
Schulung der dortigen Mitarbeiter gemäß Notfall - Verfahrenanweis. (SV)

GBU
Erstellt am:

FINISH

© UMSITEC – Ulrich Ramakers

UMSITEC Umwelt- und Sicherheitstechnik

Erläuterung 2:
(SV 2.) = Sachverständiger für die Technik (CO / Lüftung etc.)

Erläuterung 1:
(SV 1.) = Sachverständiger für die GBU

6. GBU-Prüfsiegel

Als den besten sichtbaren Beweis, für Ihren werten Kunden und/oder auch für Sie bzw. Ihre Firma, dass Ihre CO-Warnanlage vor Ort einer GBU unterzogen wurde, gilt bis heute das s.g. **GBU Prüfsiegel**.

Der Arbeitskreis: „**Der Leuchtturm**“ (gegründet 05 / 2016) hat dieses spezielle einzigartige Prüfsiegel vor 2 Jahren ins Leben gerufen und damit vielen Kunden geholfen. Die damit z.B. gegenüber den div. Behörden, den Versicherungen, der BG und/oder anderen Institutionen viel leichter plausibel beweisen konnten, dass diese Ihrer gesetzl. vorgeschriebenen Pflicht und Schuldigkeit - der Erstellung einer GBU etc. - perfekt nachgekommen sind.

Das gilt ganz besonders für die Überwachung von den **„LIS-Stationen“** mit einer **„LIS-P7“**.

© UMSITEC – Ulrich Ramakers

UMSITEC
Umwelt- und Sicherheitstechnik

7. Sinnvolle Gedanken - im Vorfeld des Einbaus einer LIS

Was wissen wir nach dem derzeitigen Stand der Dinge, bzgl. der techn. Problem, beim Brand von Elektro-Fahrzeugen (E-Autos / E-Bikes etc.):

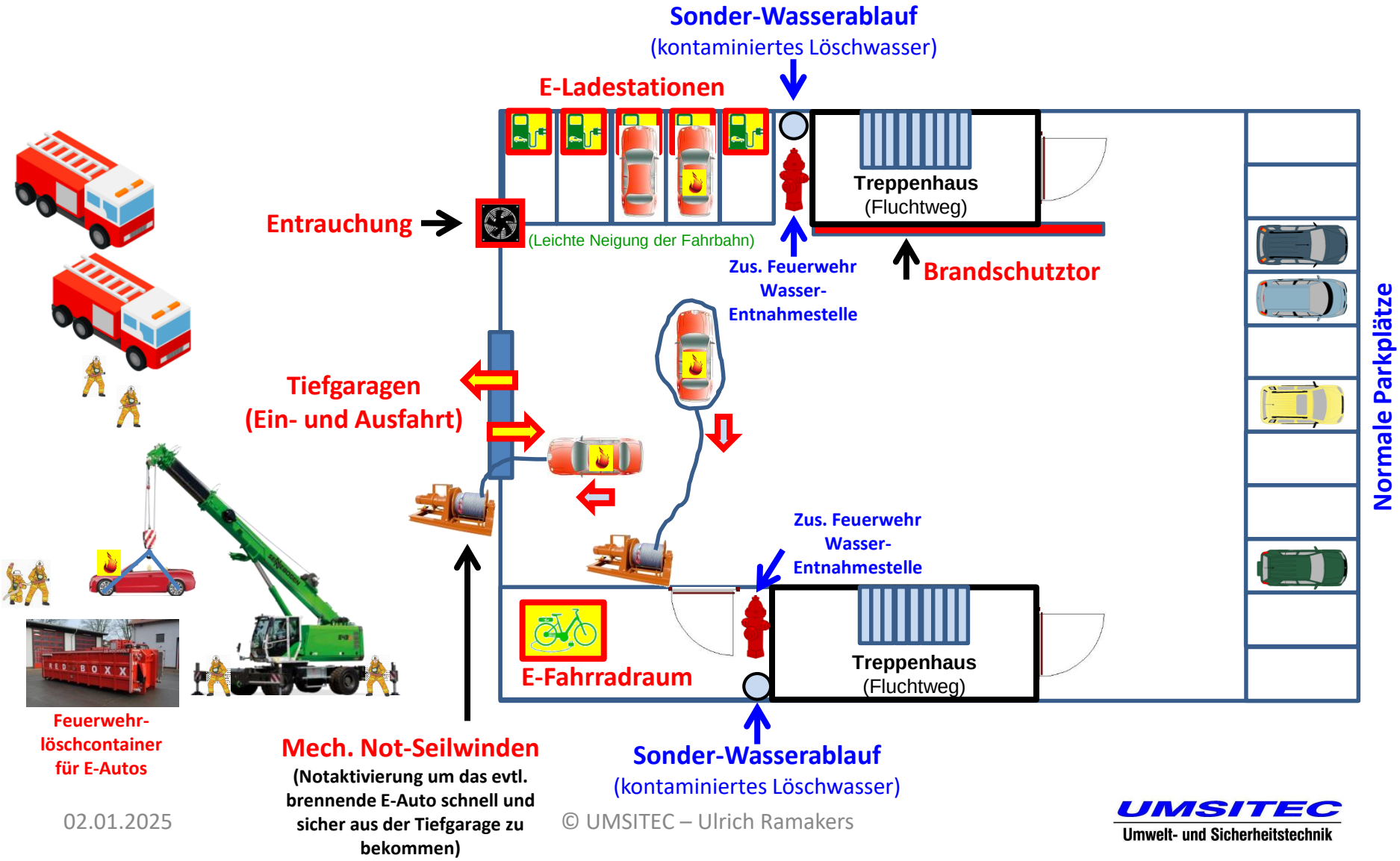
1.) Einen E-Autobrand kann man nicht löschen und es entstehen dabei Temperaturen von 2.000°-3.000° Grad (+ Wiederholte Selbstentzündung nach „Kühlversuch“) . Daher sollten sich die E-Parkplätze in Tiefgaragen, immer in der Nähe der TG-Einfahrten befinden, damit die v.g. Stauwärme beim Brand schnell aus der TG geführt werden kann und der Feuerwehr die Möglichkeit gegeben wird, das Fahrzeug auch aus der TG zu entfernen.

2.) Und um ein E-Auto im Freien kontrolliert runter zu kühlen (nicht löschen), benötigt man geschätzt ca. 11.000 Liter Wasser pro Fahrzeug. Im Übrigen ist dieses „Kühlwasser (Löschwasser) danach, durch die beigefügten Chemikalien und den freigespülten Substanzen aus dem „gekühlten Fahrzeug“ kontaminiert und kostet in der Entsorgung zur Zeit ca. 1.000,- € pro 1.000 Liter „Kühlwasser“.

3.) Das Problem aber der meisten Feuerwehren ist aber, das deren Fahrzeuge nur max. 1.500 bis 2.000 Liter Wasser mit sich führen können. Folglich müssen vor Ort, z.B. in einer Tiefgarage entsprechende Wasserzapfsäulen für die Feuerwehr vorgesehen werden – und logischerweise dazu auch entsprechend große Wasserablaufkanäle. Denn die herkömmlichen Wasserablaufkanäle sind für die o.g. Massen, von ca. 11.000 Litern, in der Regel gar nicht ausgelegt.
Achtung – sinnvoll sind auch Neigungen in den Fahrbahnebenen einzurichten, um v.g. Löschwasser in den beschriebenen Mengen, davon abzuhalten, auch in tieferen Tiefgaragen-Ebenen zu laufen .

© UMSITEC – Ulrich Ramakers

8. Eine evtl. mögliche Musterlösung, für den LIS-Einbau in einer Tiefgarage



© UMSITEC – Ulrich Ramakers

UMSITEC
Umwelt- und Sicherheitstechnik

9. „SUVEREN“-Projekt für Parkgaragen der Bunderegierung + der BAM

Besagter Leitfaden der Bundesregierung, stammt vom 26.01.2023

Nachfolgend dazu die wichtigsten Sicherheitsaspekte + die Seitenzahl:

a.) Zu geringe Sicherheitsabstände von E-Auto zu E-Auto, daher leichte Brandüberschläge auf andere Fahrzeuge – dadurch hervorgerufene Großbrandereignisse. Die dann sogar zum nachweislichen Einsturz von Gebäuden führen (S.: 03-12)

b.) Zur Verhinderung solcher Großbrandereignisse ist es essentiell, den E-Auto Brand so früh wie möglich zu erkennen und einzudämmen (S.: 03-12)

c.) Das thermische Durchgehen beruht auf Reaktionen im Inneren der Zellen und kann auch beginnen, wenn das Fahrzeug nicht in Betrieb ist. D.h. selbst wenn das E-Auto in der Parkgarage nur parkt und nicht geladen wird (S.: 03-12)

d.) Wird das E-Auto auch geladen, ist vor Beginn der Brandbekämpfung zwingend die Ladeinfrastruktur spannungsfrei zu schalten (S.: 04-12)

e.) **Für die E-Auto Brandfrüherkennung muss ein Frühwarnsystem genutzt werden, zur schnellen und sichern Detektion von: H2 (Wasserstoff) + CO (Kohlenmonoxid / Rauchgas) + Temperatur (Wärme)** (S.: 04-12)

f.) Analysen von Löschwasser aus Brandversuchen zeigen, dass dieses mit verschiedenen Schwermetallen kontaminiert ist – und daher gesondert entsorgt werden muss (S.: 08-12)

Fazit: Das UMSITEC Sicherheitssystem „LIS - P7“ erfüllt alle diese Vorgaben - schon seit 2016 !

© UMSITEC – Ulrich Ramakers

10. Div. neue gesetzliche Vorgaben bzgl. der Montage von LIS-Stationen

Vor der **Montage / Installation von E-Ladestationen (LIS)** und/oder der **Freigabe / Planung von E-Fahrradplätzen**, sind die nachfolgenden neuen gesetzlichen Vorgaben zu beachten und umzusetzen:

BetrSichV
(Gefährdungs-beurteilung / GBU)

gültig seit:
02.10.2002

VDI 2166
(LIS)

gültig seit:
24.09.2020

Bei der VDI 2166 wird auf der Seite 47/51 zus. darauf verwiesen, dass zwingend bindend vor der Errichtung von E-Ladestationen jeglicher Art (z.B. auch bei einer herkömmlichen E-Steckdose), im Vorfeld dazu eine schriftliche GBU zu erstellen ist.

Erst danach darf die LIS gebaut bzw. montiert bzw. installiert werden.

TRGS 510
(E-Fahrrädern)

gültig seit:
02.03.2021

Bei der TRGS 510 wird auf der Seite 41/51 darauf verwiesen, dass von allen Lithium-Ionen-Akkus eine erhöhte Brandgefahr ausgeht.

Daher müssen alle Lithium-Ionen-Akkus in einem Gebäude, in der Regel in besonderen Schutz-Schränken gelagert und geladen werden.

© UMSITEC – Ulrich Ramakers

11. Was sagt die GaV zu einer „LIS“ > Landesgesetz

GaV

GaVo

Jedes Bundesland besitzt eine s.g. eigene Garagenverordnung.

Die Namens-Abkürzung dazu ist auch pro Bundesland unterschiedlich. In einem Bundesland heißt diese „GAVO“, in dem anderen nur „GaV“ etc.

In der Garagenverordnung wird z.B. verbindlich geregelt, wie hier die CO Gas-Überwachung zu erfolgen hat und weitere relevante Punkte, wie z.B. die Abluftanlage etc. – oder wie seit 2014 in Hessen:

Der Einbau von s.g. Elektro-Ladestation (LIS)

Amtliche Abkürzung:	GaV	**Quelle:**	HESSEN
Ausfertigungsdatum:	17.11.2014		
Gültig ab:	01.01.2015	**Fundstelle:**	GVBl. 2014, 286
Gültig bis:	31.12.2022	**Gliederungs-Nr:**	361-120
Dokumenttyp:	Verordnung		

Verordnung
über den Bau und Betrieb von Garagen und Stellplätzen
(Garagenverordnung - GaV)
Vom 17. November 2014

§ 2
Allgemeine Anforderungen

(3) Garagen müssen eine ausreichende Anzahl von Einstellplätzen haben, die über einen Anschluss an Ladestationen für Elektrofahrzeuge verfügen. Der Anteil dieser Einstellplätze bezogen auf die Gesamtzahl der Einstellplätze muss mindestens 5 Prozent betragen. Satz 1 findet keine Anwendung auf Einstellplätze von Wohnungen, die über eine Stromversorgung verfügen, die für die Installation von Kraftfahrzeugladestationen geeignet ist.

Rechenbeispiele:
Bei 200 PKW-Stellplätzen = 10 x LIS
Bei 100 PKW-Stellplätzen = 5 x LIS
Bei 50 PKW-Stellplätzen = 3 x LIS
etc.

Nur diese Einbaupflicht kennt keiner.
Häufig auch nicht die Prüf-Sachverständigen.

© UMSITEC – Ulrich Ramakers

12a. Gebäude-Elektromobilitätsinfrastruktur-Gesetz (GEIG)

(Gesetz zum Aufbau einer gebäudeintegrierten Lade- und Leitungsinfrastruktur für die Elektromobilität)

Das „Gebäude-Elektromobilitätsinfrastruktur-Gesetz (GEIG)“ ist seit dem 25.03.2021 gesetzlich verpflichtend von allen Planern und Bauherrn anzuwenden und umzusetzen.

Es gilt in seiner Anwendung für Neubauten, sowie auch für Bestandsgebäude. Und es gilt auch für die Gemeinschaft von Wohnungseigentümern, nach dem Wohneigentums-gesetz. D.h. jeder Wohnungseigentümer hat einen Anspruch gegen die WEG, dass das „GEIG“ beachtet wird.

GEIG
(Gebäude-Elektromobilitäts-infrastruktur-Gesetz)
gültig seit:
25.03.2021

Begriffsbestimmungen des GEIG in Kurzform:

a.) (§2-Absatz 8) Ladeinfrastruktur:
Damit sind alle elektrotechnischen Verbindungen (auch jegliche Elektroleitungen), der Mess-, Steuer- und Regelungstechnik + E-Auto-Überwachungseinrichtung gemeint, die für den Betrieb eines „E-Auto-Ladepunktes“ notwendig sind zu errichten
Stickworte: Verkabelung + Ladevorrichtung + Überwachungs-Einrichtung

b.) (§2-Absatz 9) Ladepunkt (E-Auto-Ladepunkt):
Damit sind alle Einrichtungen gemeint, mit denen gleichzeitig nur ein einzelnes E-Auto geladen werden kann.
Stichworte: Eine E-Ladestation, für ein einziges Fahrzeug

c.) (§2-Absatz 10) Leitungsinfrastruktur:
Damit sind alle vorzusehenden Installations-Leerrohre für Elektro- und Datenleitungen, sowie aber auch alle vorzusehenden Räumlich-keiten für Stromzähler + E-Auto-Überwachungseinrichtungen gemeint, um damit gleich oder später „E-Auto-Ladepunkte“ zu errichten.
Stichworte: Verlege-Wege für die Verkabelung + Räumlichkeiten

© UMSITEC – Ulrich Ramakers

12b. Gebäude-Elektromobilitätsinfrastruktur-Gesetz (GEIG) > Bundesgesetz – Bereich: Neubau

GEIG
(Gebäude-Elektromobilitäts-infrastruktur-Gesetz)
gültig seit:
25.03.2021

NEUBAU:

Wohn-gebäude (WG)

WG ab 6 x KFZ-Stellplätze
GEIG - §6:
Jeder KFZ-Stellplatz ist mit einer entsprechenden Leitungsinfrastruktur auszustatten

---

Nichtwohn-gebäude (NWG)

NWG ab 7 x KFZ-Stellplätze
GEIG - §7:
Jeder 3. KFZ-Stellplatz ist mit einer entsprechenden Leitungsinfrastruktur auszustatten
+ mit mind. 1 x E-Auto-Ladepunkt (LIS-Parkplatz)

Gemischt genutzte Gebäude (GGG)

a.) **GGG** mit WG- + NWG-Teil
GEIG - §11:
Je nachdem welche Nutzung überwiegt, gelten die Neubau Pflichten

b.) **GGG** - WG-Nutzung überwiegt
Geb. mit insges. mind. 6 x KFZ-Stellplätze
GEIG - §6:
Jeder KFZ-Stellplatz ist mit einer entsprechenden Leitungsinfrastruktur auszustatten

c.) **GGG** – NWG-Nutzung überwiegt
Geb. mit insges. mind. 7 x KFZ-Stellplätze
GEIG - §7
Jeder 3. KFZ-Stellplatz ist mit einer entsprechenden Leitungsinfrastruktur auszustatten
+ mit mind. 1 x E-Auto-Ladepunkt (LIS-Parkplatz)

© UMSITEC – Ulrich Ramakers

12c. Gebäude-Elektromobilitätsinfrastruktur-Gesetz (GEIG)
> Bundesgesetz – Bereich: Bestand

BESTAND:

GEIG
(Gebäude-Elektromobilitäts-infrastruktur-Gesetz)
gültig seit:
25.03.2021

Wohngebäude (WG)

WG ab 11 x KFZ-Stellplätze
Größere Renovierung samt Parkplatz + seiner elektrischen Infrastruktur
GEIG - §8:
Jeder KFZ-Stellplatz ist mit einer entsprechenden Leitungsinfrastruktur auszustatten

---

Nichtwohngebäude (NWG)

NWG ab 11 x KFZ-Stellplätze
Größere Renovierung samt Parkplatz + seiner elektrischen Infrastruktur
GEIG - §9:
Jeder 5. KFZ-Stellplatz ist mit einer entsprechenden Leitungsinfrastruktur auszustatten + mit mind. 1 x E-Auto-Ladepunkt (LIS-Parkplatz)

NWG ab 21 x KFZ-Stellplätze
GEIG - §10:
ab dem 25.01.2025 gilt
mit mind. 1 x E-Auto-Ladepunkt (LIS-Parkplatz)

Gemischt genutzte Gebäude (GGG)

a.) **GGG** ab 11 Stellplätzen insges.
GEIG - §11:
Je nachdem welche Nutzung überwiegt, gelten die Pflichten im Bestand

b.) **GGG** - WG-Nutzung überwiegt
GEIG - §8:
Jeder KFZ-Stellplatz ist mit einer entsprechenden Leitungsinfrastruktur auszustatten

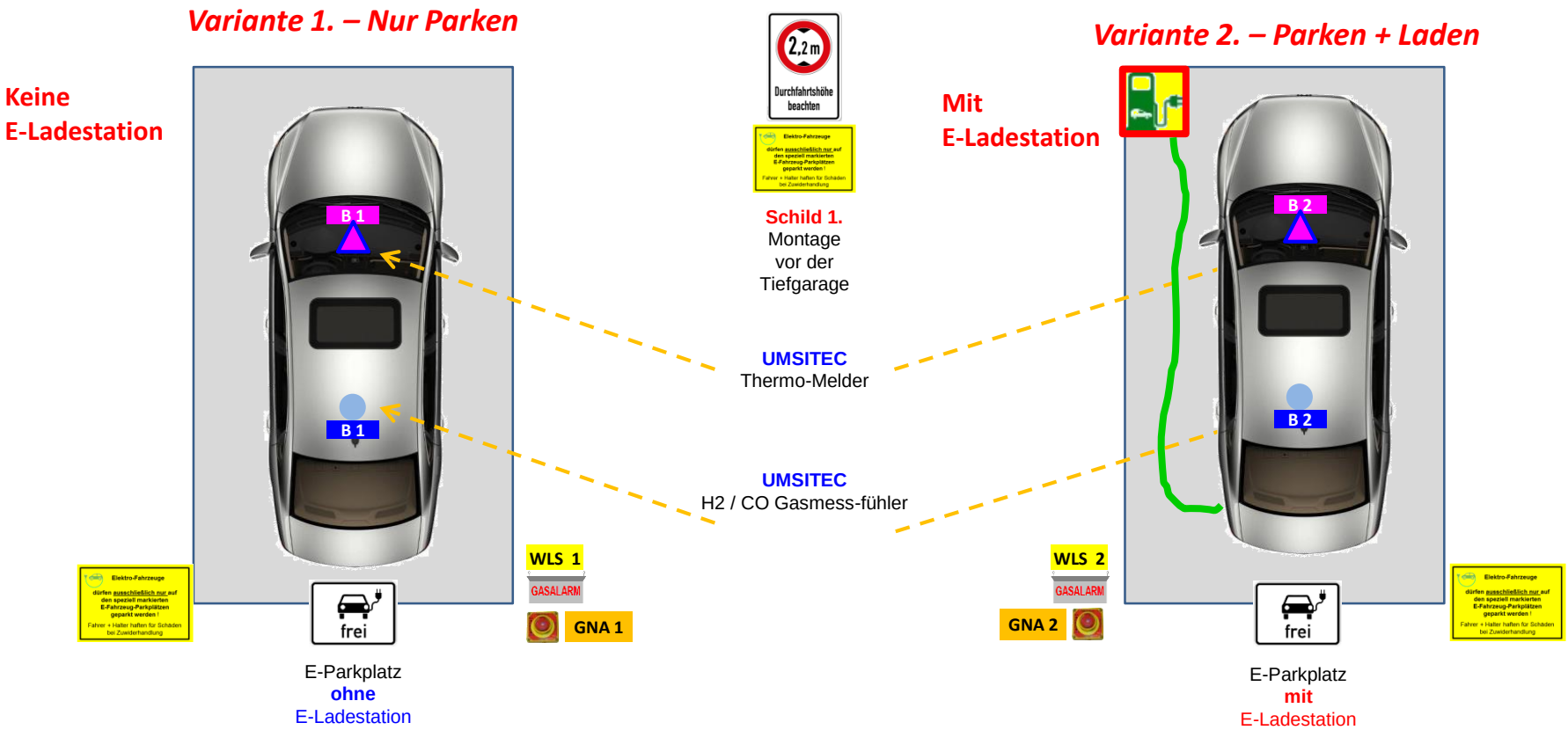
c.) **GGG** – NWG-Nutzung überwiegt
GEIG - §9:
Jeder 5. KFZ-Stellplatz ist mit einer entsprechenden Leitungsinfrastruktur auszustatten + mit mind. 1 x E-Auto-Ladepunkt (LIS-Parkplatz)

NWG-Nutzung überwiegt
ab 21 x KFZ-Stellplätze
GEIG - §10:
ab dem 25.01.2025 gilt
mit mind. 1 x E-Auto-Ladepunkt (LIS-Parkplatz)

© UMSITEC – Ulrich Ramakers

13. LIS-Überwachung mit + ohne E-Ladestationen

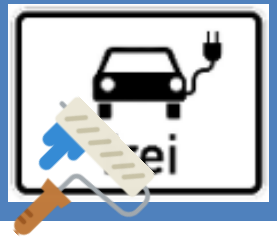
Bei der E-Auto-Überwachung (Voll-E-Auto + Hyprid) gibt es **keinerlei Überwachungs-Unterschiede,** zwischen E-Autos die nur parken oder E-Autos die parken und auch geladen werden.



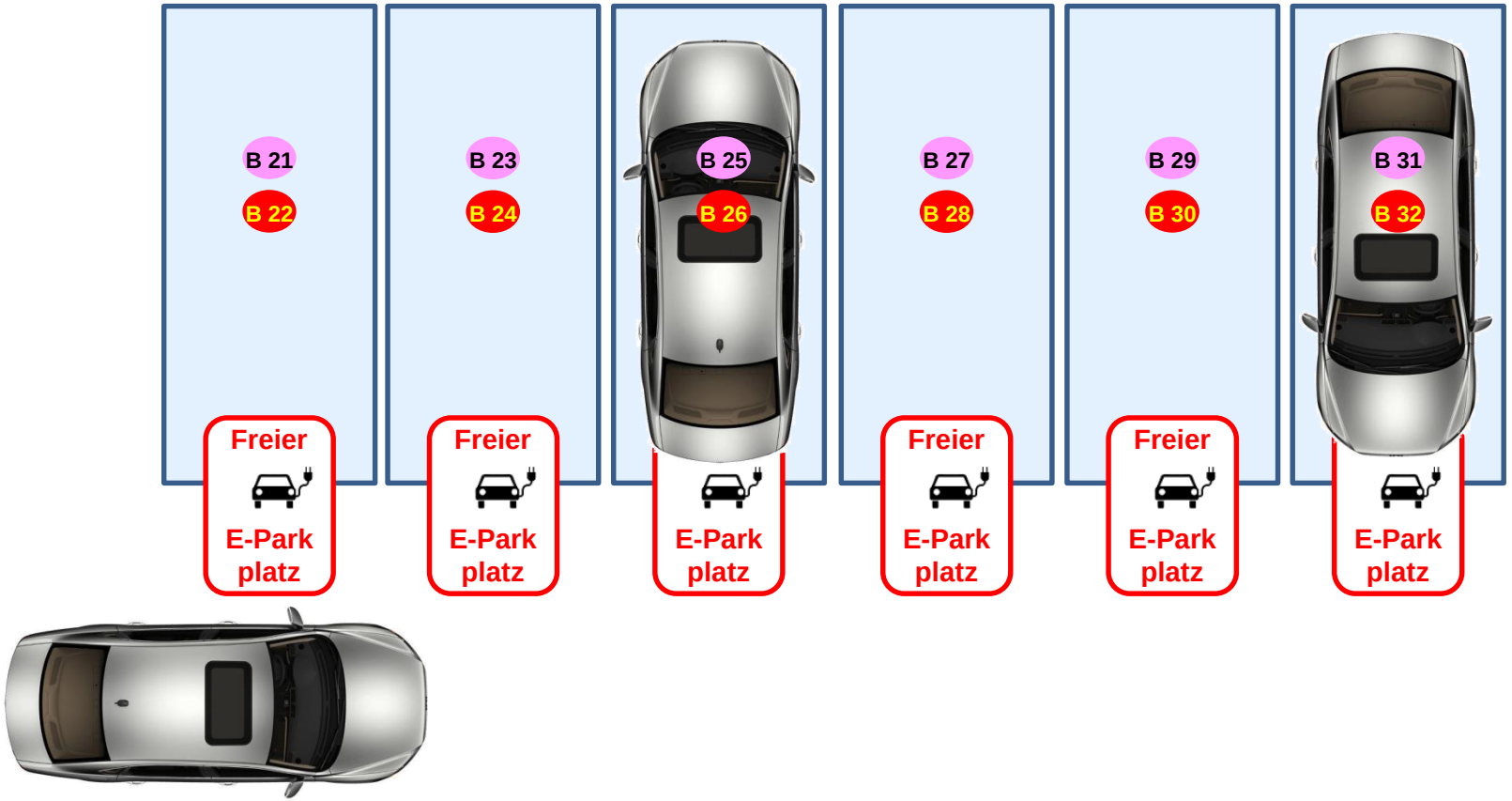
© UMSITEC – Ulrich Ramakers

UMSITEC
Umwelt- und Sicherheitstechnik

14. Richtige Bodenmarkierungen für überwachte E-Parkplätze



Mit dieser richtigen Bodenmarkierung für überwachte E-Parkplätze, kann jeder Nutzer der Tiefgarage sofort und leicht erkennen, **welche E-Parklätze frei und auch überwacht sind.**

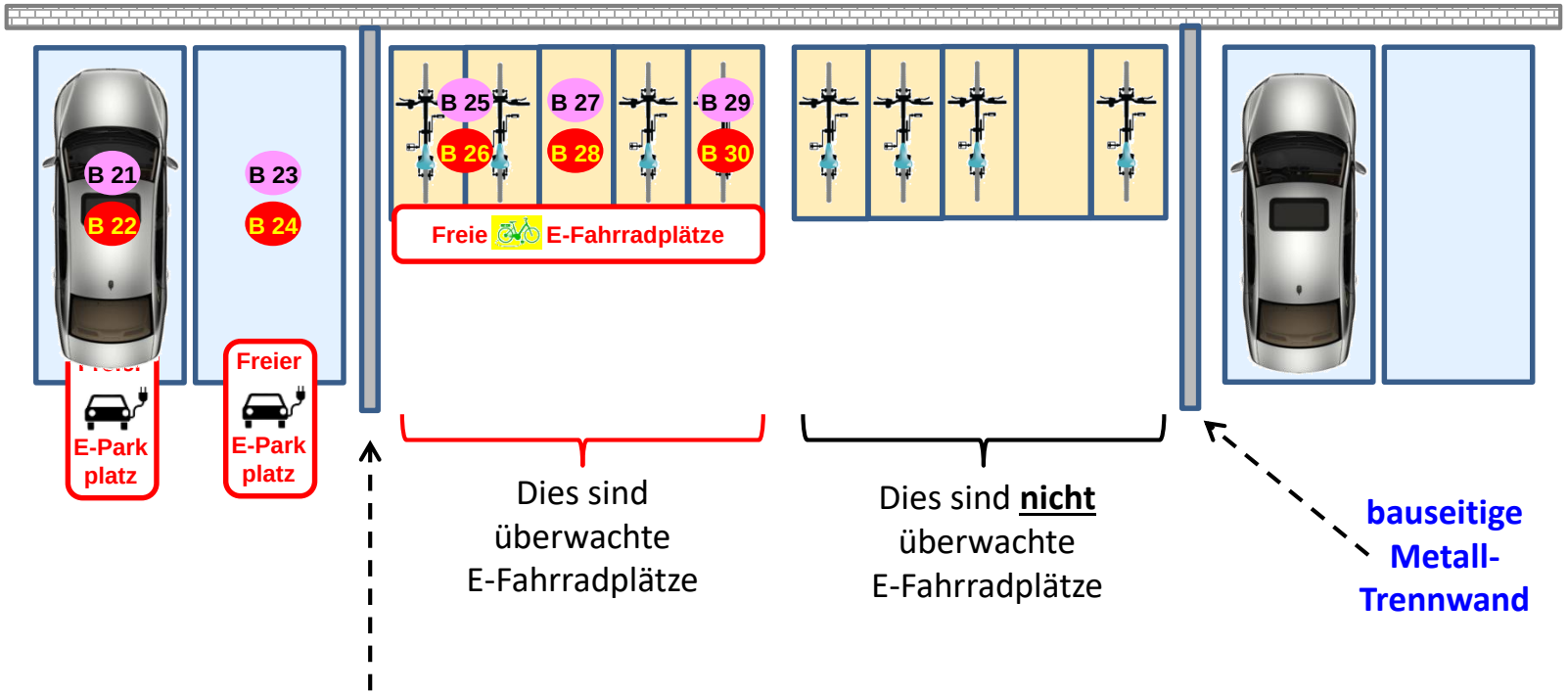


© UMSITEC – Ulrich Ramakers

UMSITEC
Umwelt- und Sicherheitstechnik

15. Besonderheiten bei Parkplätzen von E-Fahrrädern

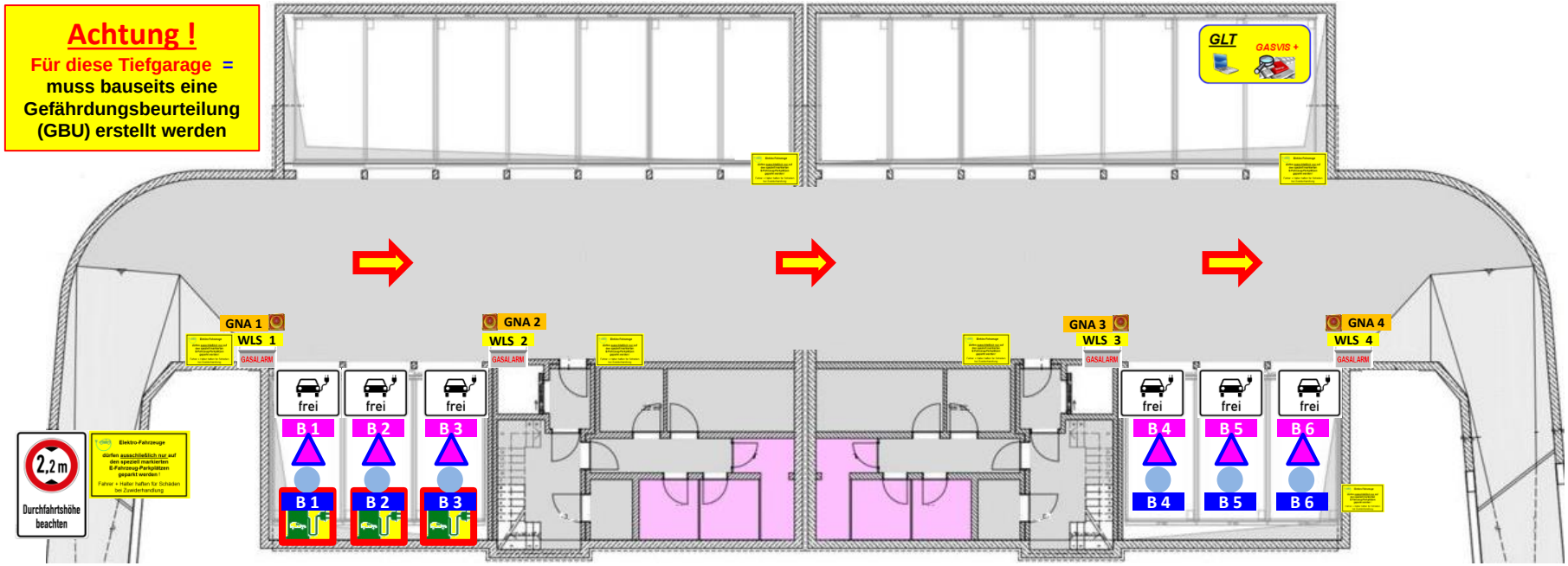
Mit dieser richtigen Bodenmarkierung für überwachte E-Fahrradparkplätze, kann jeder Nutzer der Fahrradplätze sofort und leicht erkennen, **welche E-Fahrradparklätze frei und auch überwacht sind.**



Achtung – zwischen allen PKW-Parkplätzen und E-Fahrradparkplätzen, sollten unbedingt und ohne Ausnahme, s.g. massive Metall-Trennwände bauseits montiert werden. Sollte nämlich ein Akku bei einem E-Fahrrad platzen, so können dessen brennende Akku-Teile unter andere daneben stehende PKW's fallen und diese in Brand stecken. Die massive Metall-Trennwand, fängt die kinetische Energie des platzenden und durch die Gegend fliegende Akkus ab und sorgt somit dafür, dass ein solcher Akku nur im E-Fahrradbereich verbleibt. Und somit keinerlei weiteren Schaden anrichten kann.

© UMSITEC – Ulrich Ramakers

16. Platzierungshinweise für richtigen Montageort für die E-Parkplätze + LIS



Einfahrt

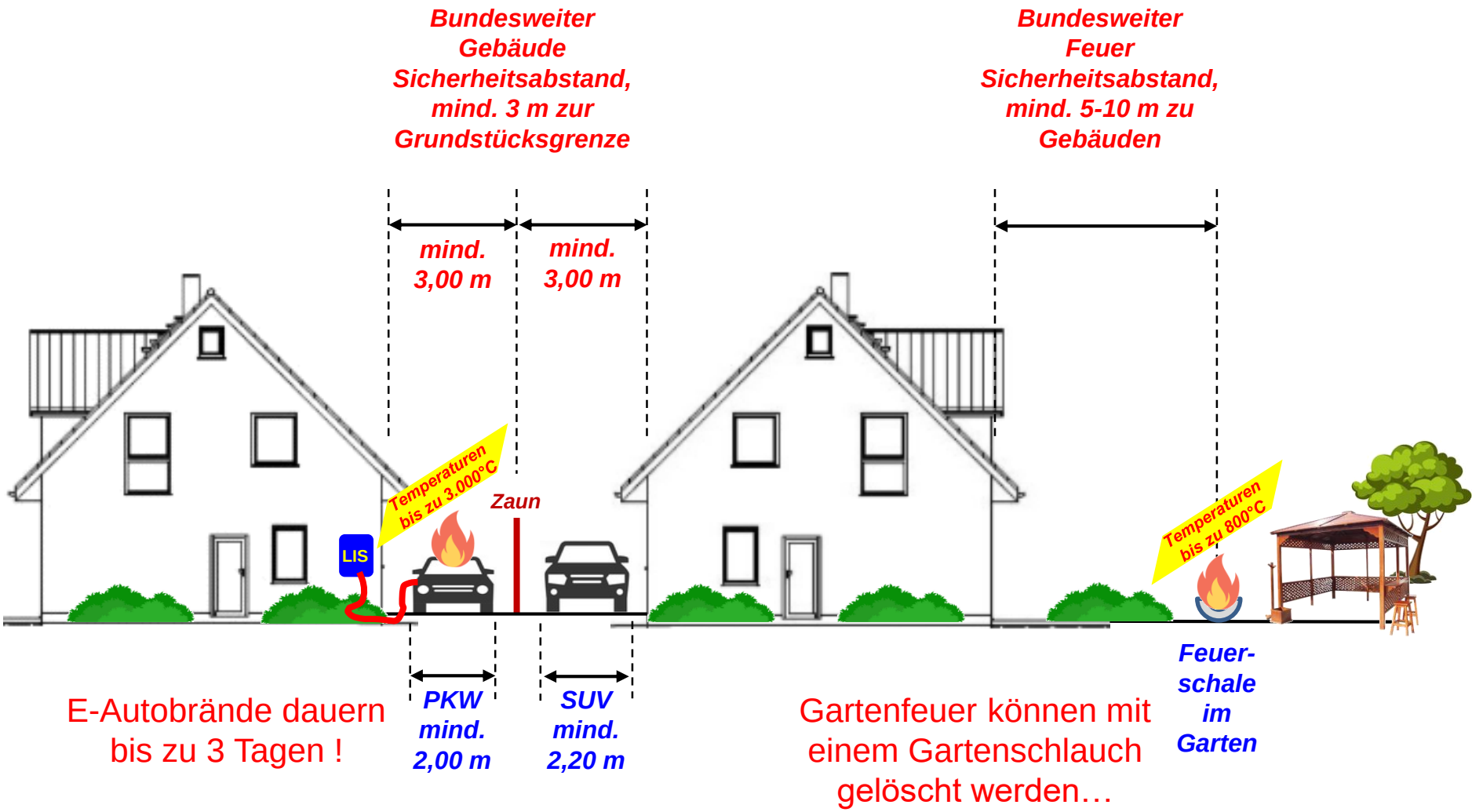
Ausfahrt

Zu beachten ist auch, dass die Platzierung der E-Ladestationen und/oder der reinen E-Parkplätze auch davon abhängt, ob z.B. die Feuerwehr ein evtl. brennendes E-Auto über die TG-**Einfahrt** oder über die TG-**Ausfahrt**, besser aus der jeweiligen Tiefgarage bekommt.

Es ist daher auf alle Fälle immer darauf zu achten, immer nach Möglichkeit den kürzesten Weg raus aus der TG, bei der jeweiligen Planung zu beachten.

© UMSITEC – Ulrich Ramakers

17. Gerechte / Sinnvolle Sicherheitsabstände…?

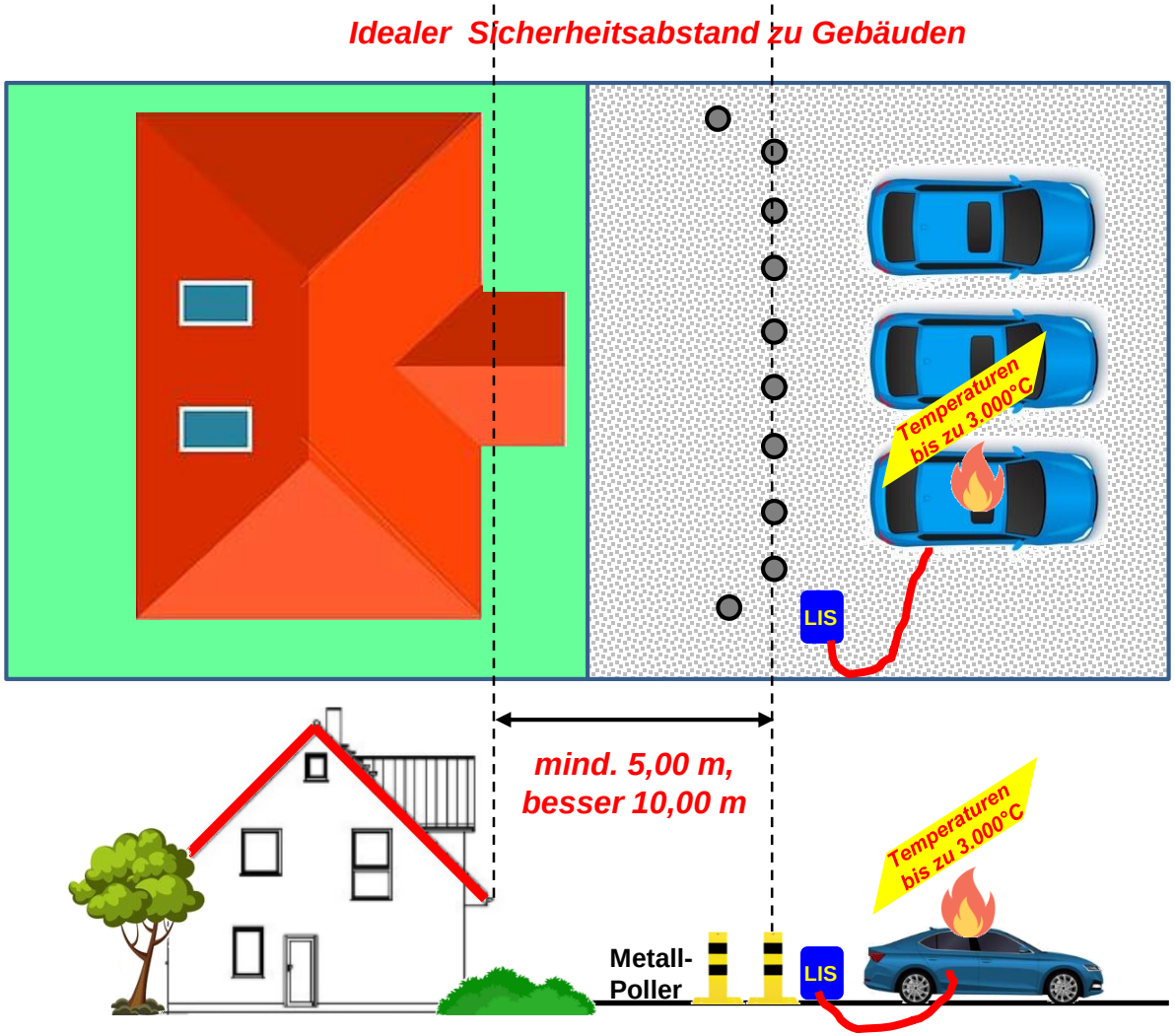


E-Autobrände dauern bis zu 3 Tagen !

Gartenfeuer können mit einem Gartenschlauch gelöscht werden…

© UMSITEC – Ulrich Ramakers

18. Idealer Sicherheitsabstand zu Gebäuden !

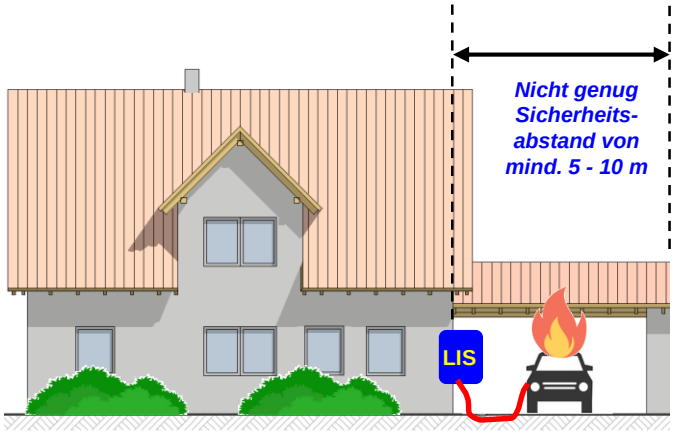


Einfachster und effektivster Personen- und Gebäudeschutz, mit Metall-Schutzpollern.

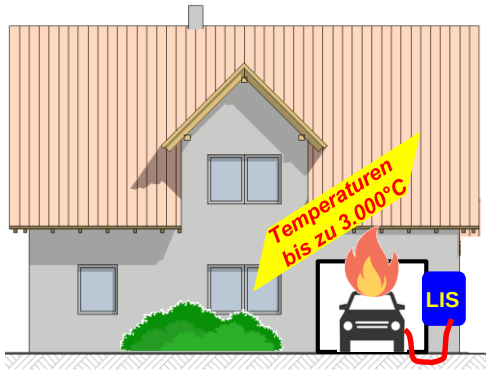
Der einzige und ideale Schutz für alle Privat- und auch Geschäftsgebäude

© UMSITEC – Ulrich Ramakers

19. Trügerische Sicherheiten bzgl. E-PKW‘s



Hausüberdachung für PKW



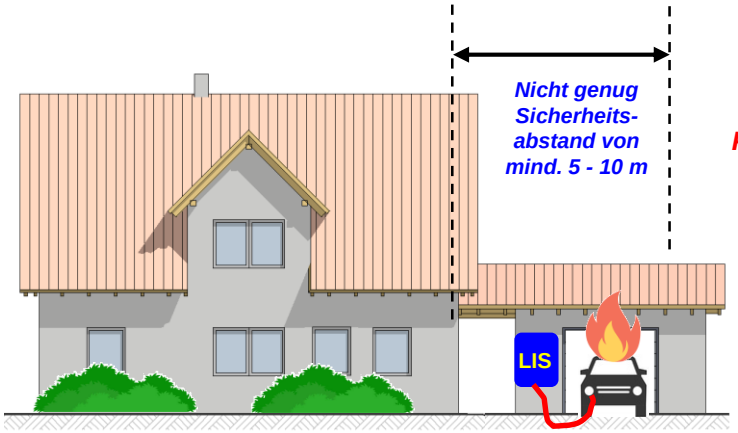
Null Sicherheits-abstand !

Innen-Garage für PKW

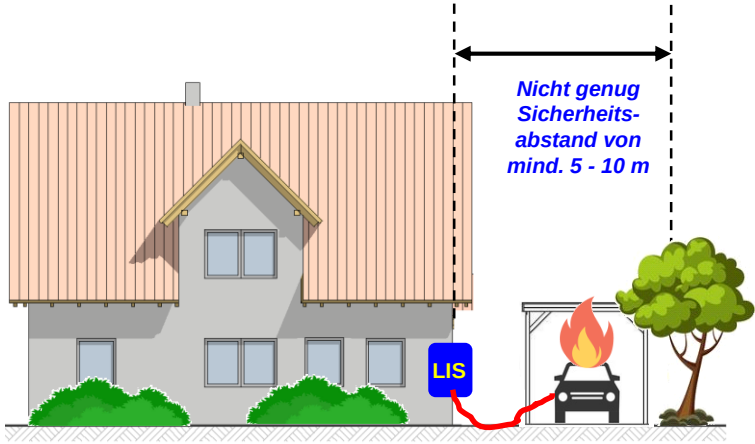
Es ist für Hausbesitzer bestimmt sehr bequem ein E-Auto am eigenen Gebäude zu parken und dort auch zu laden.

Aber es werden dabei die E-Auto Brand-Folgen vergessen und verdrängt.

D.h. selbst wenn die Feuerwehr in 5 Minuten da wäre, es wäre zu spät !



Außen-Garage für PKW



Garten-Carport für PKW

© UMSITEC – Ulrich Ramakers

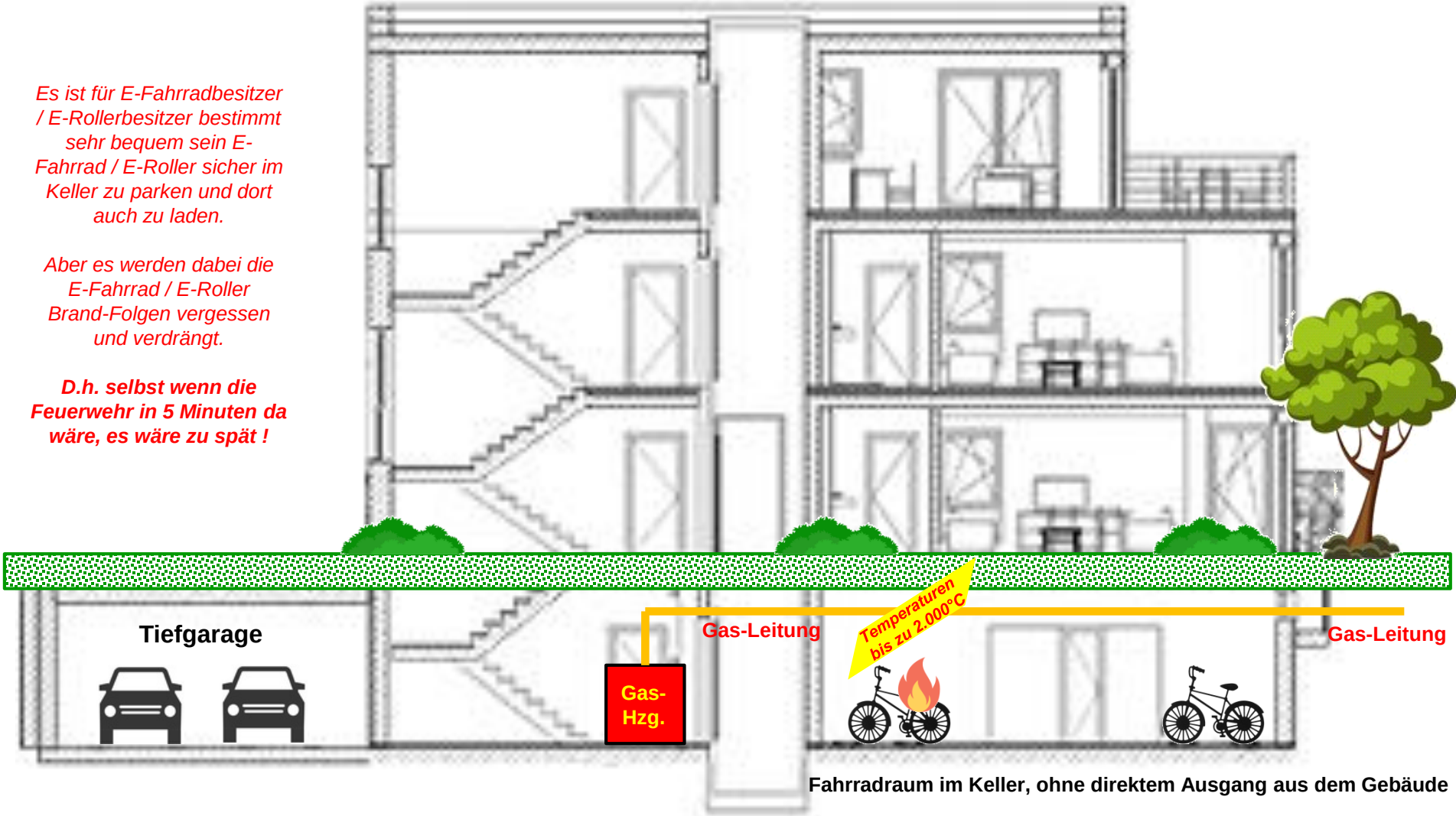
UMSITEC
Umwelt- und Sicherheitstechnik

20. Trügerische Sicherheit für E-Fahrräder

Es ist für E-Fahrradbesitzer / E-Rollerbesitzer bestimmt sehr bequem sein E-Fahrrad / E-Roller sicher im Keller zu parken und dort auch zu laden.

Aber es werden dabei die E-Fahrrad / E-Roller Brand-Folgen vergessen und verdrängt.

D.h. selbst wenn die Feuerwehr in 5 Minuten da wäre, es wäre zu spät !

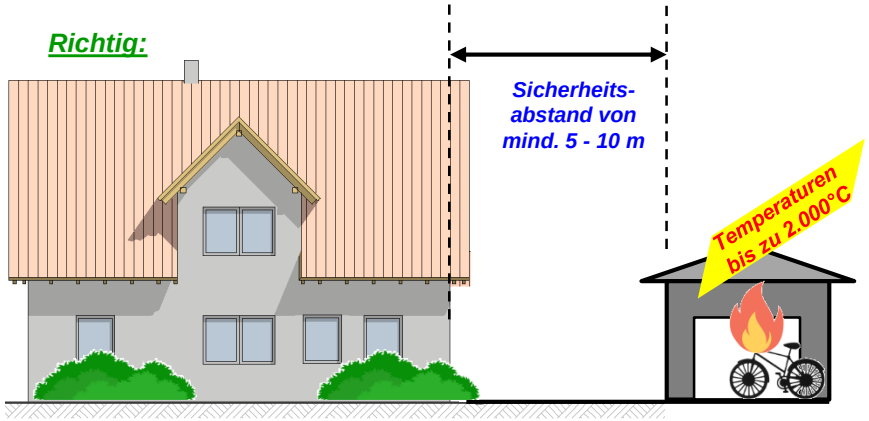


© UMSITEC – Ulrich Ramakers

UMSITEC
Umwelt- und Sicherheitstechnik

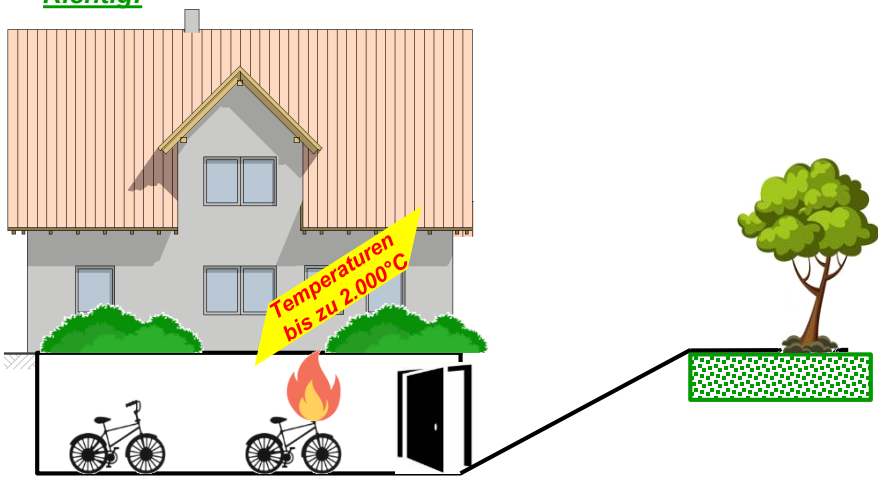
21. Trügerische Sicherheit für E-Fahrräder

Richtig:



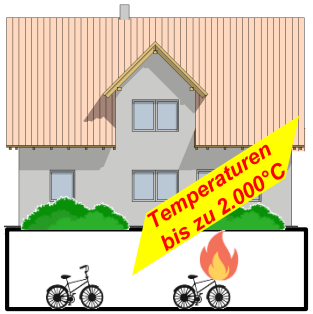
Eine sichere E-Fahrradlagerung gibt es nur außerhalb des Hauses, in einer Metall-Gartenlaube im Garten

Richtig:

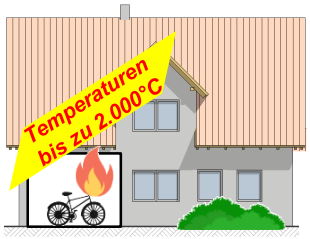


E-Fahrradlagerung mit LIS-Überwachung im Beton-Fahrrad-Keller, hierfür muss es aber einen Ausgang direkt ins Freie geben
(Gilt aber nur unter der Voraussetzung, das hier keine Gas-Leitungen verlaufen oder anderes brennbares Material gelagert wird !)

Falsch: Keine E-Fahrradlagerung im Gebäude-Keller, unter Erdgleiche - ohne Ausgang direkt ins Freie



Falsch: Keine E-Fahrradlagerung im Gebäude selber, egal in welchem Raum oder Etage



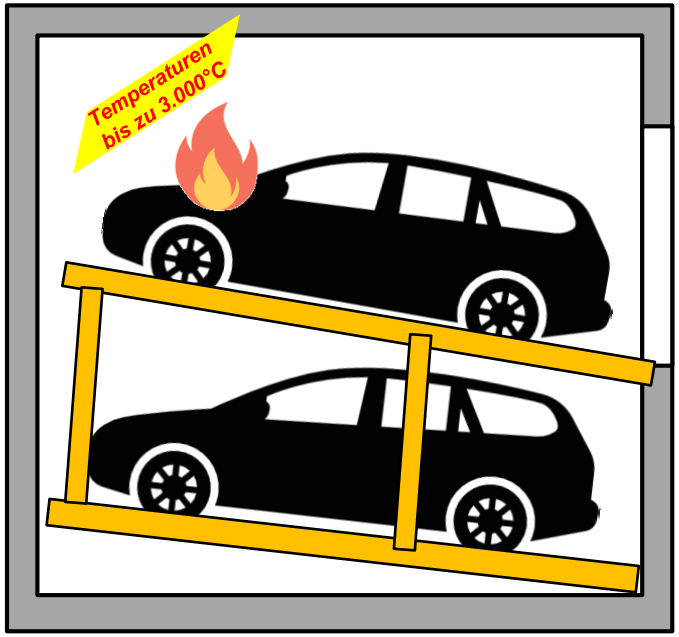
Alle Schutzmaßnahmen gelten gleich für:

a.) E-Fahrräder **b.) E-Roller** **c.) Hoverboard**

© UMSITEC – Ulrich Ramakers

UMSITEC
Umwelt- und Sicherheitstechnik

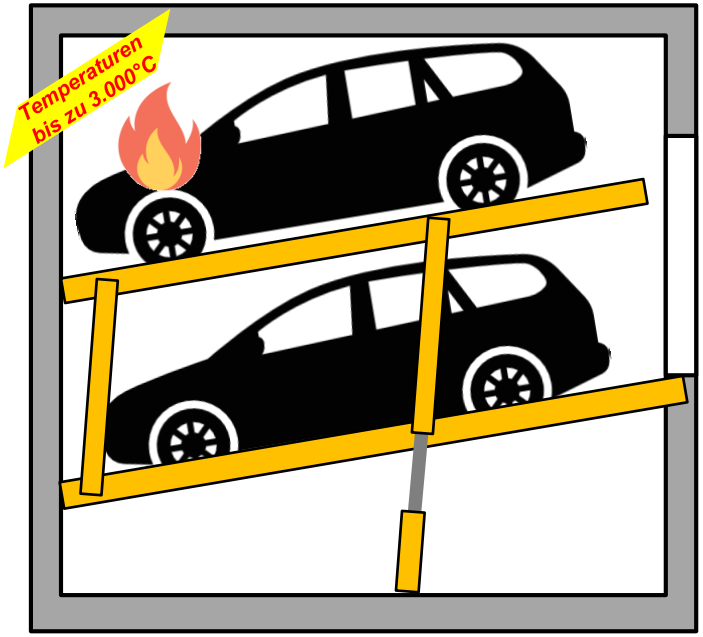
22. Infos bzgl. Doppel- + Dreifachparker



Die ges. mech. Hebeeinrichtung eines Doppelparkers besteht zum Schutz aus Edelstahl.

D.h. aber bei einem evtl. E-Autobrand mit ca. 3.000° Grad heißem Feuer, wird so ein Doppelparker außer Gefecht gesetzt.

Und es ist daher sehr schwer bis fast unmöglich für die Feuerwehr, hier rechtzeitig und/oder effektiv zu löschen.



Doppelparker dürfen nicht von „Wechsel-Nutzern“ benutzt werden, d.h. nicht geeignet für öffentliche Tiefgaragen.

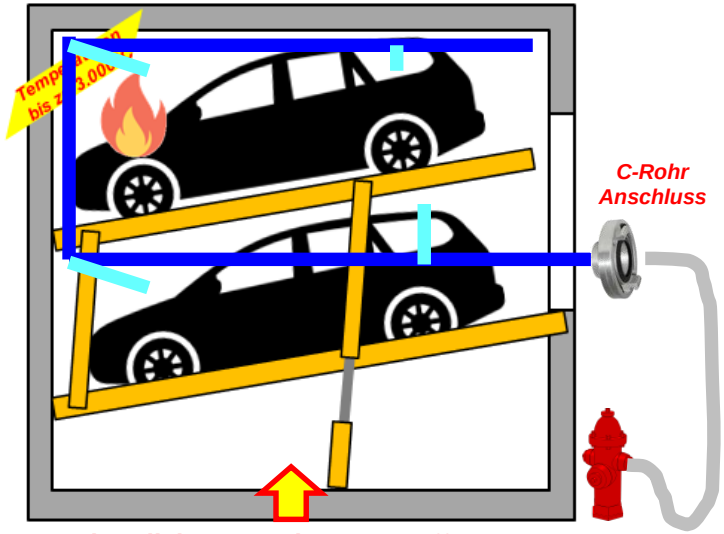
Jeder Nutzer eines solchen Doppelparkers muss immer persönlich eingewiesen werden – incl. einem persönlichen Bedienschlüssel.

Die gesetzlich vorgeschriebene Endstellung bei Doppelparkern, ist die s.g. „**angehobene Stellung“.** So dass das untere Fahrzeug jederzeit ausfahren kann.

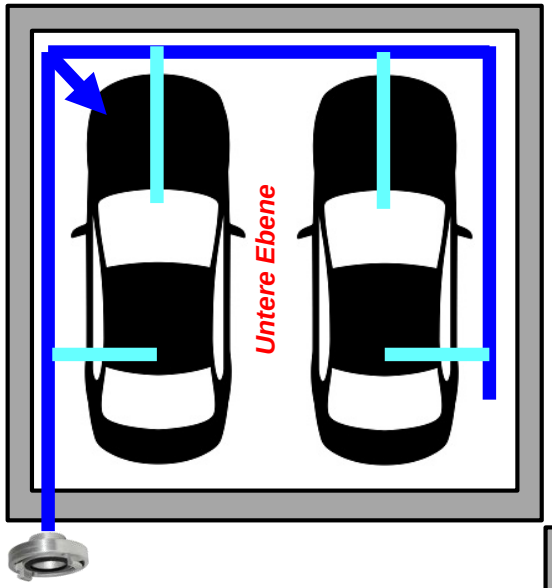
Erst bei dieser „Todmannstellung“, ist es dem Nutzer möglich seinen Bedienschlüssel abzuziehen

© UMSITEC – Ulrich Ramakers

23. Halbstationäre Löschanlage für Doppel- + Dreifachparker



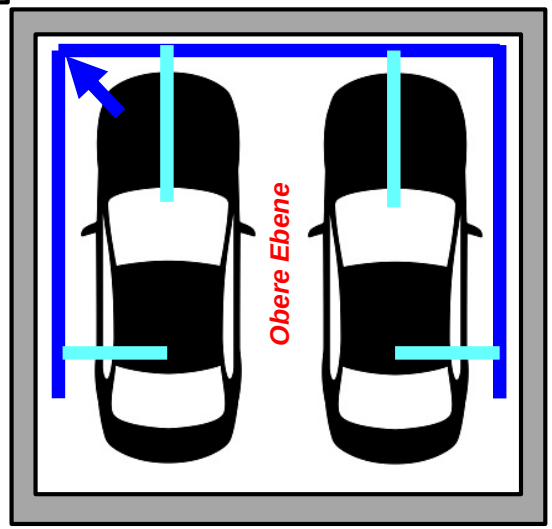
Abgedichtete Grube, zum auffangen des kontaminierten Löschwasser



Diese **Halbstationäre Löschanlage** kann mit unserem diesbezüglichen Fachwissen dazu, in Regel an jede alte und auch an jedes neue Doppel- + Dreifachparker-System nachträglich nachgerüstet werden.

Damit wird ein möglicher Löscherfolg verfolgt und entsprechende Brände – auch E-Auto-Brände – effektiv eingedämmt.

Es darf aber nicht vergessen werden, im Vorfeld einer solchen Errichtung, die **örtliche Feuerwehr** um Ihre schriftliche Freigabe zu erbitten.



Dies ist eine von UMSITEC erdachte, mögliche moderne und effektive Halbstationäre Löschanlage, für alle Doppel- + Dreifachparker:

a.) In der Höhe der unteren Ebene, wird eine Wandhalterung mit einem C-Rohr Anschluss montiert.

b.) Von dort aus führen Wasserrohrleitungen, rund um die dort parkenden Fahrzeuge, sowohl in der unteren , als auch in der oberen Ebene. Von diesen Sammelleitungen aus, führen weitere Zweige direkt über die dort parkenden Fahrzeuge.

c.) Bei einem erkannten Fahrzeugbrand kann die Feuerwehr somit von einem zus. in der Nähe montierten Wasseranschluss (z.B. Wasserhydranten etc.) schnell und sicher eine Schlauchverbindung zu dem jeweiligen betroffenen C-Rohr-Anschluss verlegen und anschließen.

d.) Somit kann eine selektive, schnelle und sehr effektive Löschung, der bei diesem Doppelparker in Brand geratenen Fahrzeuge, erfolgen.

e.) Zus. kann in der nach unten angedichteten Grube, dass kontaminierte Löschwasser (beim E-Autobrand) sicher aufgefangen, nach der Brandlöschung später abgepumpt und anschließend regelkonform entsorgt werden.

© UMSITEC – Ulrich Ramakers

UMSITEC
Umwelt- und Sicherheitstechnik

24. Falsche Platzierungs-Orte in Tiefgaragen für E-Ladestationen + E-Parkplätzen

D.h. **kein** Parken erlaubt:

unter Gas-Leitungen

(Um bei einem evtl. Autobrand , dort einer möglichen Gas-Explosion vorzubeugen)

D.h. **kein** Parken erlaubt:

unter Kabel-pritschen

(Um bei einem evtl. Autobrand zu vermeiden, dass die techn. Spannungsversorgung langfristig zerstört bzw. komplett ausfällt)

D.h. **kein** Parken erlaubt:

bei Lüftungs-schächten

(Um zu vermeiden, dass bei einem evtl. Autobrand, ständig weiter Sauerstoff von Außen dem Brand zugeführt wird)

D.h. **kein** Parken erlaubt:

auf Pflaster-steinen

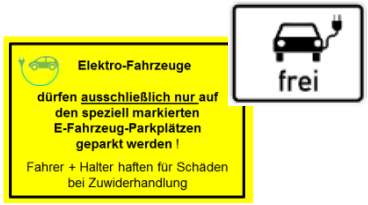
(Um bei einem evtl. Autobrand Löschvorgang, das kontaminierte Löschwasser in den Wasser-kreislauf gelangen zu lassen)

D.h. **kein** Parken erlaubt:

bei TG's mit Autofahr-stuhl

(Bei einer TG -Zufahrt nur über einen Autofahrstuhl, dürfen hier generell keine E-Autos einfahren bzw. dort parken)

Auch wenn man gewillt ist, in seiner Tiefgarage E-Ladestationen zu installieren und/oder E-Parkplätze zu schaffen, muss im Vorfeld dazu geschaut werden, im Rahmen der GBU-Erstellung, ob nicht einer/alle der o.g. falschen Platzierungs-Ort vor Ort zutreffen bzw. gegeben sind.



© UMSITEC – Ulrich Ramakers

UMSITEC
Umwelt- und Sicherheitstechnik

25. „No go“-Parkplätze für E-Autos...

E-Autos sollten aus Sicherheitsgründen, für die Bewohner und das Gebäude, nicht direkt (ohne Sicherheitsabstand von 5,00 m bis 10,00 m) an Gebäuden parken (und erst recht nicht dort laden).

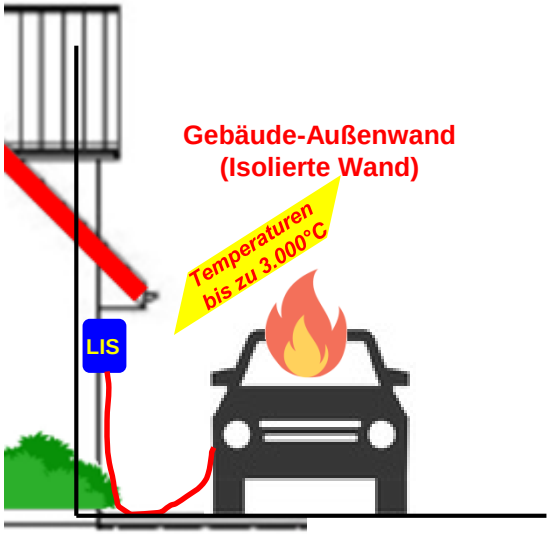
Der Hintergrund ist der, dass bei einem E-Autobrand sich der Brand sehr schnell und unkontrollierbar auf das Gebäude ausweiten kann.

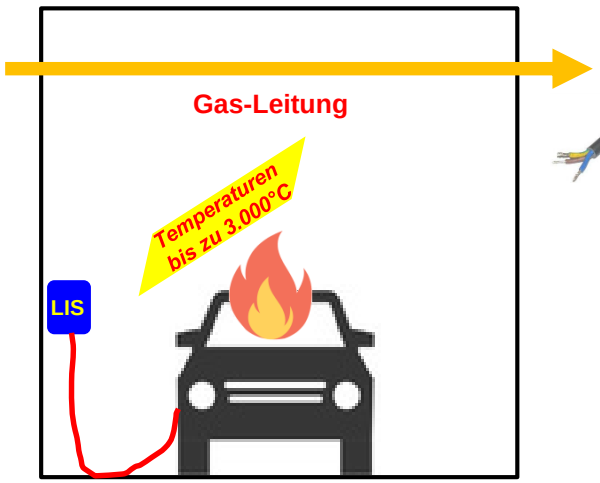
E-Autos sollten aus Sicherheitsgründen, für die Bewohner und das Gebäude, in Tiefgaragen nicht unter Gas-Leitungen parken.

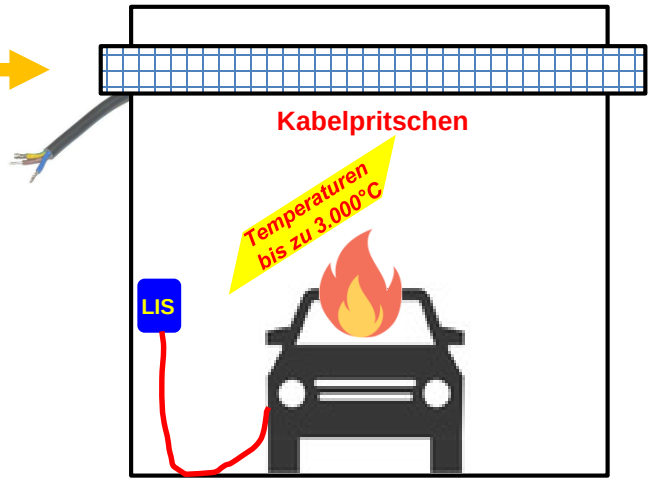
Der Hintergrund ist der, dass der Stahl der Gas-Leitung schon bei 1.600° Grad schmilzt (Explosionsgefahr !).

E-Autos sollten aus Sicherheitsgründen, für die Bewohner und das Gebäude, in Tiefgaragen nicht unter den dortigen Kabelpritschen parken.

Der Hintergrund ist der, das bei einem Brand das ganze Gebäude technisch Tot ist (Ausfall der ges. Elektrizität – auch der Notstromdiesel / NSD).







© UMSITEC – Ulrich Ramakers

UMSITEC
Umwelt- und Sicherheitstechnik

26. Mausefalle – Autofahrstuhl ?

Autofahrstühle sind eine tolle und mehr als sinnvolle Erfindung, die das Leben aller erleichtern. Sie haben nur für E-Autos und deren Fahrer ein paar kleine Nachteile, über die sich jeder Nutzer im Vorfeld der Nutzung selber ein paar Gedanken machen sollte:

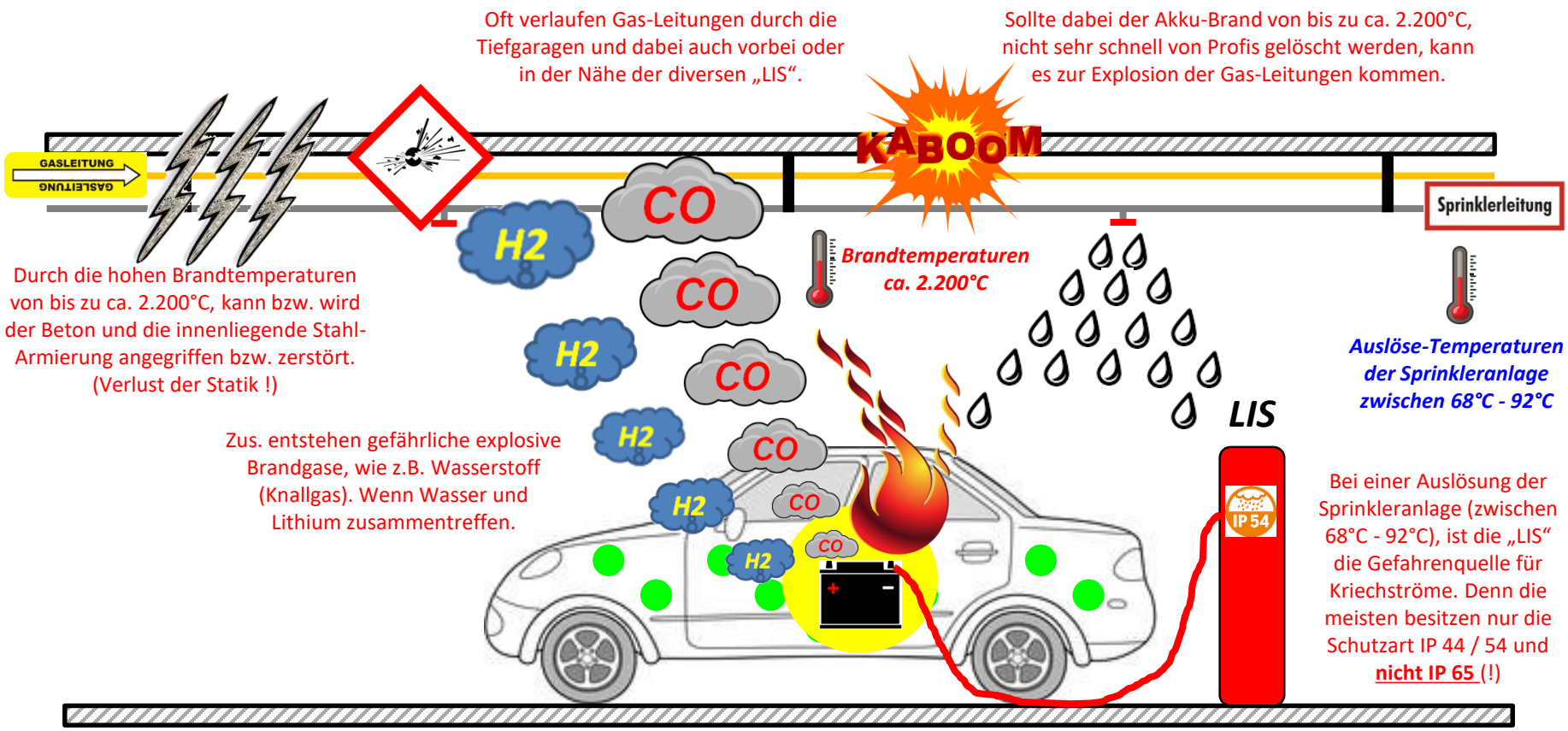
a.) Sie sind logischerweise sehr eng gebaut, so das ein Aussteigen während der Bewegung des Fahrstuhls in der Regel nicht möglich ist.

b.) Es gibt in diesen sehr engen, geschlossenen und sich in Bewegung befindlichen Kabinen, auch keinerlei Möglichkeit eine Fluchtrettungstür zu benutzen.

c.) D.h. bei einem plötzlichen und in der Regel sehr schnell um sich greifenden E-Autobrand, ist eine Flucht aus dem Auto und aus dem Autofahrstuhl absolut unmöglich.

© UMSITEC – Ulrich Ramakers

27. Gefahrenaspekte einer „LIS“



Beim Ladevorgang kann es zu einer Lade-Überhitzung kommen und dadurch dann zu einem Ladebrand des eingebauten Lithium-Ionen-Akkus kommen

© UMSITEC – Ulrich Ramakers

28. Gefahr des Gebäudeeinsturz durch Verlust der Statik der Betondecke

Bei einem normalen Autobrand, z.B. eines Autos mit Benzin-Motor , entstehen Temperaturen von 500°C - 800°C Grad.

Diese Temperaturen machen einer „normalen Beton-Decke“ keinerlei Schwierigkeiten. D.h. einer solcher Autobrand kann ruhig Stunden andauern, er kann aber der Betondecke nichts anhaben.

Zerstörte Tiefgarage, nach einem E-Autobrand

Geplatze Betondecke, mit zerstörten Armierungseisen

Bei einem E-Autobrand (Voll-E-Auto / Hybrid) entstehen aber Temperaturen von 2.000°C – 3.000°C Grad.

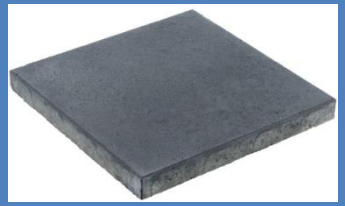
Diese Temperaturen machen einer „normalen Beton-Decke“ aber sehr wohl Schwierigkeiten.
Denn bei so hohen Temperaturen, platzt der betroffene Beton schon nach 15-30 Minuten auf und dann liegt die bis dahin darin eingebettete und gut geschützte Stahlarmierung komplett frei.

Da Stahl bei ca. 1.600°C Grad anfängt zu schmelzen, ist ersichtlich, dass damit durch das schmelzen des Statik gebenden Stahls, die Tragfähigkeit der betroffenen Betondecke sehr leicht zerstört werden kann.

Würde man also zukünftig z.B. für Tiefgaragen-Decken, s.g. Industrie-Beton (ausgelegt darauf Temperaturen von 3.000°C Grad auszuhalten) verwenden, könnte man viel vorprogrammierte Gebäudeschäden vermeiden. Es wird aber bisher aus Kostengründen nicht umgesetzt bzw. verwendet.

© UMSITEC – Ulrich Ramakers

29. Temperatur-Infos bzgl. Betondecken in Tiefgaragen

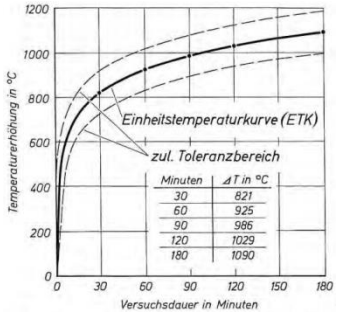


Temperatur-Info‘s bzgl. Betondecken in Tiefgaragen

Leistungsfähigkeit von Beton im Brandfall

Die hohe Leistungsfähigkeit von Beton gegenüber einer Brandbeanspruchung lässt sich mit folgenden Eigenschaften beschreiben, bei den im natürlichen Brand eintretenden Temperaturen von **bis zu 1.000 °C:**

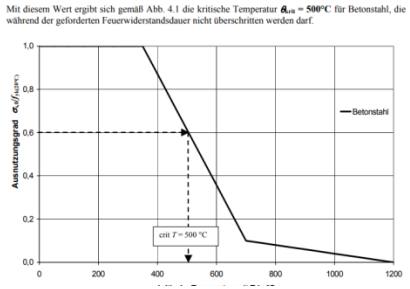
a.) bleibt Beton weitgehend fest
b.) trägt Beton nicht zur Brandlast bei,
c.) leitet Beton den Brand nicht weiter,
d.) bildet Beton keinen Rauch,
e.) setzt Beton keine toxischen Gase frei.



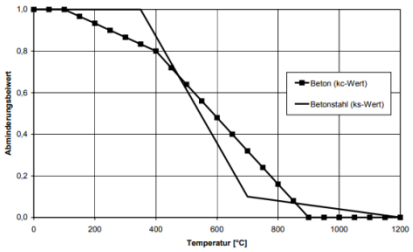
Einheits-Temperaturzeitkurve (ETK) gemäß DIN 4102 Teil 2

Temperatur-Info‘s bzgl. Armierungseisen in Betondecken in Tiefgaragen

Mit diesem Wert ergibt sich gemäß der unten abgebildeten Abb. 4.1 **die kritische Temperatur θkrit = 500°C für Betonstahl,** die während der geforderten Feuerwiderstandsdauer nicht überschritten werden darf.



Ausnutzungsgrad von Betonstählen σs,fi/fyk(20°C) in Abhängigkeit von der kritischen Temperatur



Abnahme der charakteristischen Druckfestigkeit von Beton fck (kc(θ)-Werte) und der Festigkeit von Betonstahl fyk (ks(θ)-Werte) mit ansteigender Temperatur nach DIN V ENV 1992-1-2

Temperatur-Info‘s bzgl. Akku-Brand von E-Autos

Lt. Hr. Maximilian Fichtner, Direktor des Helmholtz-Instituts Ulm für elektrochemische Speicher:

Durch die Überhitzung eines Lithium-Ionen-Akkus, können sich dort die Schichtstrukturen des Metalloxids auflösen - Sauerstoff tritt dabei frei und reagiert mit dem Lithium – es entsteht ein Metallbrand.

Die dabei entstehen Temperaturen betragen nachweislich über 2.000 °C.

(Dabei kann der Beton und die innenliegenden Armierungseisen zerstört werden – siehe links.)

Das Installieren von Auto-E-Ladestationen (LIS) innerhalb einer Tiefgarage und/oder eines Parkhauses kann den Betreibern nicht ohne Weiteres empfohlen werden.

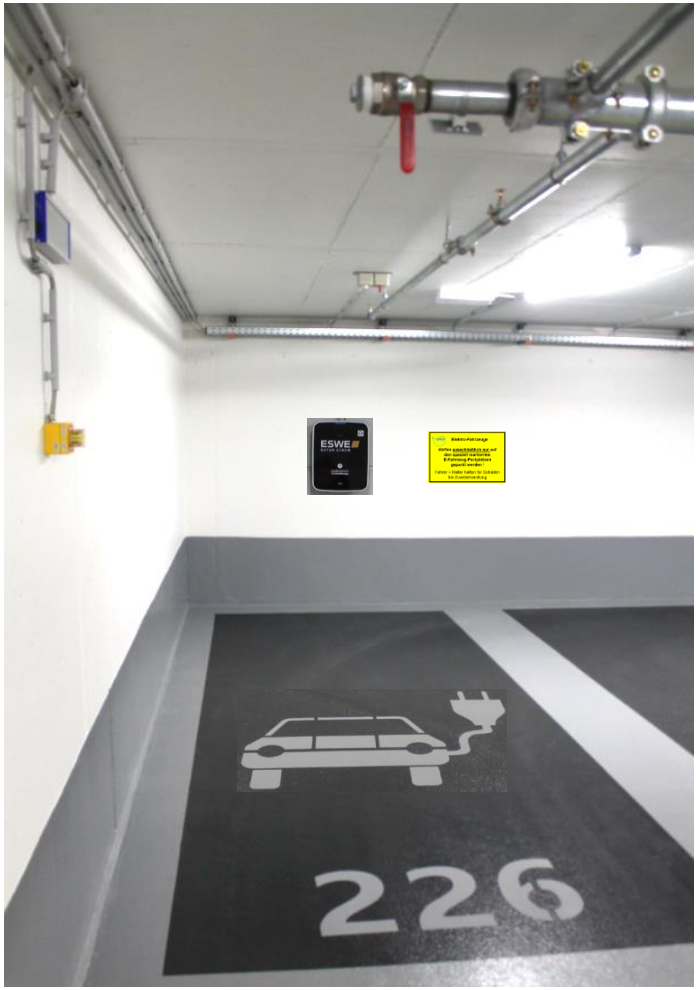
Das sollte - wenn überhaupt - nur in brandschutztechnisch vom Rest der Tiefgarage abgetrennten Bereichen erfolgen, in denen besondere Vorkehrungen für das Abführen der Verbrennungswärme getroffen werden. So ließe sich das Bauwerk schützen und eine weitere Brandausbreitung verhindern.

© UMSITEC – Ulrich Ramakers

30. Aufbau eines „LIS-Parkplatzes“

UMSITEC
Umwelt- und Sicherheitstechnik

LIS-P7



Elektro-Fahrzeuge

dürfen ausschließlich nur auf den speziell markierten E-Fahrzeug-Parkplätzen geparkt werden !

Fahrer + Halter haften für Schäden bei Zuwiderhandlung

Elektro-Fahrzeugen

ist das **Einfahren und Einparken** in diese Tiefgarage **untersagt !**

Fahrer + Halter haften für Schäden bei Zuwiderhandlung

© UMSITEC – Ulrich Ramakers

UMSITEC
Umwelt- und Sicherheitstechnik

31. Früherkennung der ersten Gefahren

Wird der Einbau einer „LIS“, durch den dafür beauftragten Sachverständigen (SV), im Rahmen der Erstellung seiner Gefährdungsbeurteilung (GBU) zugestanden, können nachfolgende Gefahren <u>ausgeschlossen werden:</u>

a.) Als erste Brandfrüherkennung : Zwei Thermomelder (Redundanz), über den jeweiligen Elektro-Fahrzeugen. Dabei sollte eine Temperatur gewählt werden, die deutlich unter der Auslösung der jeweiligen evtl. vorhandenen Wasser-Sprinkleranlage (zwischen 68°C bis 92°C) liegt – daher sind hierfür 50°C - 70° C (Je nach Sprinkleranlage) empfehlenswert.

GMF 231 H F T
Temperaturmessfühler

b.) Als zweite Brandfrüherkennung: Montage von zwei Wasserstoff Gas-Messfühlern (Redundanz), welche im Brandfall, vor der Entstehung von explosivem Wasserstoffgas (H2) warnen.

GMF 431 E F H2 2.000
Wasserstoff / Kohlenmonoxid Gasmessfühler

c.) Der spätere technische Ausfall, der o.g. Brand- und Gas-Früherkennungs-materialien ist dabei bereits fest mit einkalkuliert - und dient nur der Erkennung der Gefahren, im frühen Entstehungsfall des evtl. Akku-Brandes.

© UMSITEC – Ulrich Ramakers

32. Weitere Gefahrenbeseitigungsaspekte

Im evtl. Brandfall muss auf alle Fälle als erstes dafür gesorgt werden, dass der E-Anschluss der „LIS“ sofort unterbunden wird. Denn wenn die Sprinkleranlage aktiviert wird oder weiteres Löschwasser zum Einsatz kommt, dann würde durch den weiteren Ladestrom höhe Kriechströme vor Ort, die dort tätigen Personen (Feuerwehr etc.), in Lebensgefahr bringen.

Die Hintergründe dazu sind relativ simpel. Die meisten „LIS“ besitzen die Gehäuse-Schutzart IP 44 oder IP 54. Das reicht für meisten normalen E-Geräte in Tiefgaragen völlig aus. Nur wenn Gefahr durch Strahlwasser und/oder Löschwasser gegeben ist, müssten diese „LIS“ mind. die Schutzart IP 65 besitzen und höher.

Da aber schon so viele „LIS“ mit einer niedrigeren Schutzart verbaut sind und auch noch werden, müssen die löschenden Personen (Feuerwehr / Hausmeister / etc.) vor den o.g. Kriechströmen geschützt werden.

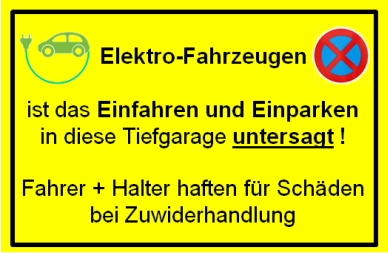
Die meisten „LIS“ werden über normale Diazed- / Neozed-Sicherungsabgänge in der jeweiligen elektrischen Unterverteilung, mit Spannung versorgt. Um aber eine schnelle Sicherheitsabschaltung zu gewährleisten, müssten vor diesen o.g. Sicherungsabgänge, s.g. Lastschütze mit zwangsgeführten Kontakten eingebaut sein. Diese Lastschütze müssten dann über eine Sonderabschaltungsvorrichtung, mit div. Eingängen, im Alarmfall schnell und sicher abgeschaltet werden.

© UMSITEC – Ulrich Ramakers

33. Zus. Parkhinweisschilder für E-Autos

Zus. kommt dem Betreiber einer jeden Tiefgarage eine Hinweisverpflichtung zu, in der er den div. Fahrzeugführern von E-Autos, zwingend bindend zwei Dinge über entsprechende <u>zus. Warnhinweisschilder vorgeben muss:</u>

a.) Wenn in der betroffenen Tiefgarage keinen abgesicherten E-Parkplätze vorhanden sind, darf daher auch kein E-Auto in diese Tiefgarage einfahren und vor allem dort auch nicht parken.
(Denn bei einer evtl. Selbstentzündung eines solchen E-Autos, könnte dieses E-Auto z.B. fälschlicherweise unter einer in der Tiefgarage verlaufenden Gas-Leitungen parken und/oder unter einer Kabelpritsche auf der div. Strom-Versorgungsleitungen des Gebäudes verlaufen, die beide z.B. bei einem E-Autobrand durch Selbstentzündung zerstört würden).



b.) Und selbst wenn eine und/oder mehrere E-Parkplätze vorhanden sind, dürfen alle E-Autos die in diese Tiefgarage einfahren, aber ausschließlich nur auf diesen dortigen extra gekennzeichneten und voll ausgestatten E-Ladestation, mit Brand-Früherkennung geparkt werden. Ist ein solcher Platz nicht mehr frei bzw. vorhanden, darf das entsprechende E-Auto nicht einfach woanders in der jeweiligen Tiefgarage geparkt werden.
(Die Gründe dazu siehe oben unter Pkt. a.)

© UMSITEC – Ulrich Ramakers

34. Zus. Parkhinweisschilder für E-Fahrräder / E-Roller etc.

Zus. kommt dem Betreiber einer jeden Tiefgarage mit Fahrrad-Räumen und/oder Fahrrad-Stellplätzen eine Hinweisverpflichtung zu, in der er den div. Fahrzeugführern von E-Fahrrädern und/oder E-Roller etc., zwingend bindend zwei Dinge über entsprechende <u>zus. Warnhinweis-schilder vorgeben muss:</u>

a.) Wenn in den betroffenen Fahrrad-Räumen keine abgesicherten E-Fahrrad-Stellplätze vorhanden sind , darf daher auch kein E-Fahrrad / E-Roller in diesen Räumlichkeiten einfahren und vor allem dort auch nicht parken. (Denn bei einer evtl. Selbstentzündung eines solchen E-Fahrrad / E-Roller, könnte dieses Fahrzeug z.B. fälschlicherweise unter einer in der Tiefgarage verlaufenden Gas-Leitungen parken und/oder unter einer Kabelpritsche auf der div. Strom-Versorgungsleitungen des Gebäudes verlaufen, die beide z.B. bei einem E-Fahrrad- / E-Roller-Brand durch Selbstentzündung zerstört würden).

Siehe dazu auch die neue TRGS 510

b.) Und selbst wenn eine und/oder mehrere E-Fahrradstellplätze vorhanden sind, dürfen alle E-Fahrräder in diesen Räumlichkeiten zwar einfahren, aber aus-schließlich nur auf diesen extra gekennzeichneten und voll ausgestatten und überwachten E-Fahrradstellplätzen geparkt werden. Ist ein solcher Platz nicht mehr frei bzw. vorhanden, darf das entsprechende E-Fahrrad nicht einfach wo anders in den jeweiligen örtlichen Räumlichkeiten geparkt werden. (Die Gründe dazu siehe oben unter Pkt. a.)

© UMSITEC – Ulrich Ramakers

35. Vorstellung der UMSITEC: LIS / P7

UMSITEC
Umwelt- und Sicherheitstechnik

LIS-P7

Vergleichbar mit einer Abschaltautomatik, wie bei Photovoltaikanlagen, für den Schutz der Feuerwehr.

Eingänge:	Notauskreis, Gaswarnanlage (Gas- und Thermomelder), Brandmeldeanlage, Sprinkleranlage, Gebäudeleittechnik, manuelle Hand Fern-Ein/Ausschaltung,Reserveeingang, Fern-Starteingang
Schaltelemente:	Schlüsselschalter zur manuellen Einschaltung
Lastausgang:	Sicherheitsschaltrelais (1-Fehler sicher, zwangsgeführte Kontakte - Typ A nach EN 50205) maximale Schaltlast 230V AC / 6 A, mit überwachter Schmelzsicherung, erweiterbar mit externem Koppelschütz
Meldeausgänge:	Meldekontakt (Öffner):Überbrückt Melderelais (Öffner): Notaus ausgelöst Melderelais (Wechsler):Ausgang eingeschaltet Melderelais (Wechsler):Störung
Anzeigen:	LED grün: Versorgung 24V LED grün: Lastspannung 24V bzw. 230V LED grün: Notaus LED grün: GWA (Gaswarnanlage) LED grün: BMA (Brandmeldeanlage) LED grün: SPA (Sprinkleranlage) LED grün: GLT (Gebäudeleittechnik) LED grün: HAS (Handabschaltung) LED grün: RES (Reserve) LED gelb:Sicherheitskreise überbrückt LED weiß:LIS freigegeben LED grün: LIS Steuerkreis LED weiß: LIS Bereit LED gelb:Störung
Überwachung:	24V-Versorgung auf Über- / Unterspannung. Alle Sicherheitskreise überwacht auf Leitungs-, Versorgungs-, Masseschluss
Schutzelemente:	Verpolungs- und Überspannungsschutz für die 24V-Versorgung EMV-Schutz / ESD-Schutz
Gehäuse:	ABS-Wandgehäuse, IP55, 240x120x80 mm
Versorgung:	19-30V DC

© UMSITEC – Ulrich Ramakers
UMSITEC
Umwelt- und Sicherheitstechnik

36. Funktion der Sicherheitsabschaltung

Die neue UMSITEC Sicherheitsabschaltautomatik besitzt 7 Eingänge.

D.h. kommt über die Örtliche Gas-Warnanlage (1.) oder einem Thermomelder (2.) oder über einen Hand-Abschalter (3.) oder über die BMZ (4.) oder die Sprinkler-Anlage (5.) oder über die GLT (6.) oder einen zus. weiteren freien Kontakt (7.), eine Meldung an die o.g. neue UMSITEC Sicherheitsabschaltung, werden die bauseitigen Lastschütze in der Elektro-Unterverteilung, zum Abwurf der jeweiligen einzelnen und/oder aller vorhandenen „LIS“ aktiviert.

Nur so wird zu 100 % sichergestellt, das unabhängig von welchem Detektionsmittel der Akku-Brand als erstes erkannt wird, der elektrische Anschluss der „LIS“ abgeschaltet ist - und somit die örtlichen Personen (Feuerwehr / Hausmeister / etc.) auch wirklich geschützt sind.

Das ganze wird für die Feuerwehr etc. dadurch deutlich sichtbar gemacht, dass vor Ort an jeder „LIS“ und zus. an den Wänden, die dazugehörigen „UMSITEC-Hinweisschilder“ montiert sind:

© UMSITEC – Ulrich Ramakers

37. Musteraufbau einer kompletten „LIS-P7“

UMSITEC
Umwelt- und Sicherheitstechnik

LIS-P7

Die Sicherheits-Abschaltautomatik verfügt über diverse Eingänge, mit denen die Ladestationen in besonderen Fällen, insbesondere im Notfall, automatisch über die Eingänge **Notaus**, **GWA**(Gaswarnanlage), **BMA**(Brandmeldeanlage), **SPA**(Sprinkleranlage), **GLT**(Gebäudeleittechnik) bzw. manuell **HAS**(Handabschaltung), abgeschaltet wird.

In Verbindung mit einer GWA führen Alarmpunkte von Sensoren für Wasserstoff, Temperatur und Brandgase zur Abschaltung. Dadurch werden durch Fehler im Batteriemanagement oder bei einer Havarie entstehende Gase frühzeitig erkannt.

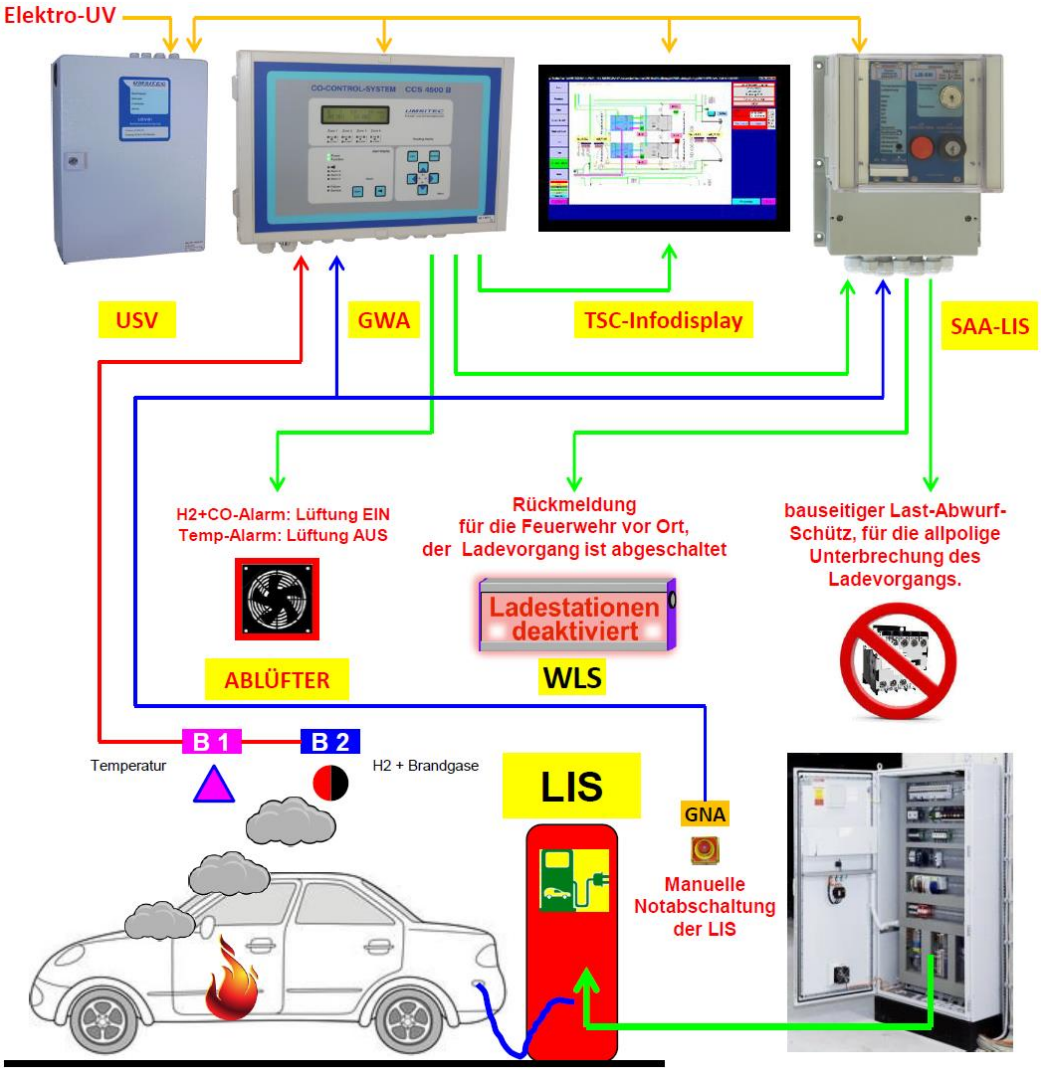
Dies dient insbesondere dem Schutz der Rettungskräfte und dem Objektschutz.

Des Weiteren kann die LIS mit einem Knopfdruck direkt abgeschaltete werden.

Nach einer Notabschaltung ist das Einschalten nur mit einem Schlüssel möglich. Ansonsten ist das Ein- u. Ausschalten über den Fern-Start-eingang bzw. HAS auch über Fernzugriff möglich.

Ein zweiter Schlüsselschalter ermöglicht die Überbrückung der Abschalteinrichtung für besondere Fälle.

Die Abschaltung erfolgt fehlersicher. Sämtliche Funktionen werden nach SIL-Standard 2 durch diagnostische Abdeckung überwacht.



© UMSITEC – Ulrich Ramakers

UMSITEC
Umwelt- und Sicherheitstechnik

38. Fachzeitschrift: „Feuertrutz“: „E-Auto Überwachung + GBU“

Feuertrutz

© FeuerTrutz Network GmbH, 2021, Köln. Jede Vervielfältigung und Verbreitung ohne Zustimmung des Verlags ist unzulässig.

Planung

Abb. 1: Für Besitzer von Elektroautos ist es wichtig, dass sie ihre Fahrzeuge jederzeit und überall sicher aufladen können.

LIS-Überwachung: Mehr Sicherheit für E-Ladestationen

Die Energiewende ist in vollem Gange. Das ebnet auch den Weg für die Elektromobilität. Über mögliche Risiken wird dagegen nur selten gesprochen. Insbesondere Meldungen über Brände in hauseigenen Tiefgaragen oder im Freien, die durch Akkus oder andere Defekte an E-Autos verursacht wurden, stimmen nachdenklich. Eine LIS-Überwachung kann hier für mehr Sicherheit sorgen.

Ulrich Ramakers

Die Bundesregierung fördert bereits seit einigen Jahren den Bau, den Verkauf und den Einsatz von E-Fahrzeugen und der dazugehörigen E-Ladestationen, auch als Ladeinfrastruktur (LIS) bezeichnet. Verbraucher, die sich für den Umweltschutz einsetzen wollen und sich daher ein E-Fahrzeug oder ein Hybrid-Auto kaufen, bauen wiederum darauf, dass sie ihre Fahrzeuge jederzeit und überall an einer LIS aufladen können. Ein wichtiges Standbein ist dabei die LIS im Eigenheim, etwa in der hauseigenen Garage, der Tiefgarage oder an einer isolierten Hauswand. Was vielversprechend und praktisch klingt, birgt jedoch diverse Probleme und Gefahrenquellen. Denn bei E-Ladestationen besteht immer ein gewisses Brandrisiko. Darüber werden Verbraucher allerdings nur selten aufgeklärt. Die Folge: schwere Brände mit Lebensgefahr.

Brandgefahr bei E-Autos

Die Feuerwehr wird regelmäßig zu Einsätzen gerufen, bei denen sie brennende E-Autos löschen muss. Kein einfaches Unterfangen, wie etwa Andreas Ruhs, Brandschutzexperte der Frankfurter Feuerwehr, in einem Interview in der Hessenschau am 09.02.2019 erläuterte: *„Eigentlich kann man den Brand eines E-Autos nicht löschen. Es muss kontrolliert abbrennen bzw. ausbrennen. Und zwar 2 bis 3 Tage lang.“* Am besten sei es in seinen Augen, das Fahrzeug bei einem Brand in ein Wasserbad zu tauchen.

Erschwerend kommen die sehr hohen Temperaturen hinzu. Bei Bränden von E-Autos belaufen sich diese auf ca. 2.000–3.000 °C. Zum Vergleich: Beim Brand eines herkömmlichen Verbrenners liegen die Temperaturen bei 500–800 °C. Die Betondecken in herkömmlichen Tiefgaragen sind für Brände bis 1.000 °C sicher gebaut. Bei Temperaturen von 2.000–3.000 °C platzt hingegen der örtlich betroffene Beton innerhalb von weniger als einer halben Stunde auf und legt die darunter befindliche und bis dahin gut geschützte Stahlarmierung frei. Bei diesem Szenario wird der schlechtestmögliche Fall angenommen, dass mehrere E-Fahrzeuge in Brand geraten. Daher sollte man berücksichtigen, dass es bei Stahl zwei unterschiedliche Zustände gibt: zum einen die Solidus-Temperatur. Diese beschreibt den Zustand, dass Stahl kein Festkörper mehr ist; das beginnt bei Temperaturen ab 900 °C. Zum anderen gibt es die Liquidus-Temperatur. Stahl hat einen Schmelzpunkt von 1.540 °C Grad und kann daher in einen Zustand geraten, bei dem er flüssig wird. Folglich leuchtet es ein, warum bei einem E-Auto-Brand in einer Tiefgarage die Gefahr für die Tragfähigkeit der dortigen Betondecken groß ist: Der Verlust der Armierungssteifigkeit hat unmittelbare Auswirkung auf die Statik des betroffenen Gebäudes. Sollten diese Faktoren nicht mehr gewährleistet sein, kann es zur Zerstörung des gesamten Gebäudes kommen.

Positionierung von LIS entscheidend

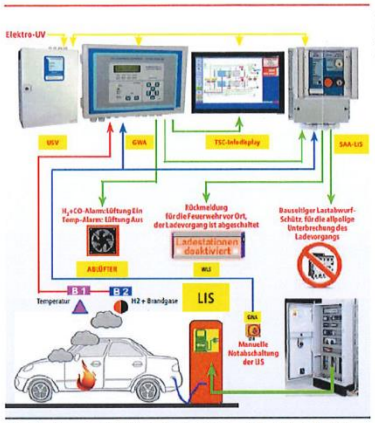
Um ein solches Szenario zu vermeiden, sollten LIS in Tiefgaragen nach Möglichkeit ausschließlich im Eingangsbereich montiert werden. Das hat den Vorteil, dass bei einem E-Auto-Brand die hohen Temperaturen (Druckwärme) sehr leicht aus dem Gebäude entweichen können. Hinzu kommt, dass die Feuerwehr versuchen kann, das brennende E-Fahrzeug mittels Winden aus der Garage zu schaffen, und damit den Schutz des Gebäudes und der darin befindlichen Personen besser gewährleisten kann. Ist hingegen der Ausgang einer Tiefgarage für die Feuerwehr besser zu erreichen als der Eingangsbereich, sollte die LIS dort montiert werden (Bewertung im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung).
Im Umkehrschluss wird deutlich, dass es „No-gos“ für LIS-Standorte in Tiefgaragen gibt, etwa wenn diese nur über einen Autofahrstuhl anzufahren sind oder wenn sich die Gas-Leitung oder die Hauptverkabelungswege für das Gebäude oder die Haupttrasse eines gesamten Straßenzugs bzw. -blocks über einem LIS-Parkplatz befinden.

GBU ist erforderlich

Seit 2002 schreibt der Gesetzgeber EU-weit über das Arbeitsschutzgesetz und die Betriebssicherheitsverordnung vor, dass vor der Auswahl und Beschaffung von elektrischen Betriebsmitteln (z.B. LIS, CO-Überwachung, E-Auto-Sonderüberwachung) bauseits schriftlich eine Gefährdungsbeurteilung (GBU) erstellt werden muss. Im Rahmen dieser GBU-Erstellung werden auch alle „Wechselwirkungen“, darunter Standort und Probleme des Standorts der LIS, von GBU-Fachsachverständigen (GBU-SV) beachtet, bewertet und in der Gefährdungsbeurteilung berücksichtigt. Die Erfahrung der letzten Jahre zeigt allerdings deutlich, dass viele Bauherren, Planungsbüros und ausführende Firmen die gesetzliche GBU-Verpflichtung immer noch nicht kennen und daher nicht umsetzen. Somit werden LIS immer wieder an falschen Stellen und nicht überwacht montiert.
Im Rahmen einer regelkonformen Fünf-Punkte-GBU erstellt der GBU-Sachverständige im Vorfeld der Montage einer LIS ein zeichnerisches Lösungskonzept, in dem die dazugehörige CO-Warnanlage und die LIS-Überwachung parallel eingetragen sind. Dies dient der Erstellung der GBU und gleichzeitig als Haftungsabgrenzung, als Beweismittel des richtigen planerischen Handelns gegenüber der zuständigen Berufsgenossenschaft und Versicherung im Schadensfall (E-Auto-Brand).

Funktionsweise einer LIS-Überwachung

Als mögliches Frühwarnsystem für das sichere und schnelle Erkennen von E-Autobränden dient eine LIS-Überwachung, wie sie 2018 von Umsitec patentiert wurde. Diese wird auf eine dazugehörige CO-Überwachung aufgeschaltet. Dazu werden über jedem E-Autoparkplatz mindestens ein Temperatursensor (Erkennung i.d.R. ab 70 °C) und ein Gasmessfühler platziert. Dieser Gasmessfühler kann parallel Wasserstoff (H_2) und Brandgase (CO) erkennen. Somit werden alle erdenklichen Frühindikatoren berücksichtigt und zeitgleich überwacht.
Das zu verarbeitende Signal wird anschließend über die CO-Warnanlage an die LIS-Steuerung (LIS/P7) weitergeleitet. Die LIS/P7 gibt im Alarmfall über einen potenzialfreien Kontakt die Meldung an die bauseitige zentrale Spannungsversorgung der örtlichen LIS weiter. Diese Spannungsversorgung sorgt dann über ein bauseitiges Lastabwurf-Relais dafür, dass alle LIS zeitgleich abgeschaltet werden.



Quelle: Umsitec

Abb. 2: Funktionsschaubild: Sicherheits-Abschaltautomatik für Elektro-Ladestationen

Parallel dazu bekommt die Feuerwehr über spezielle beleuchtete Hinweisschilder vor Ort die Information, dass die LIS-Abschaltung erfolgt ist. Somit besteht, anders als bei Photovoltaikdächern, keine Gefahr, dass die Einsatzkräfte der Feuerwehr vor Ort einen tödlichen Stromschlag beim Löschvorgang bekommen, bzw. kann umgehend mit dem Löschvorgang begonnen werden. Diese Auslösung kann alternativ auch über zusätzlich angeschlossene „Gas-Not-Aus-Taster“ und über sieben andere Eingänge (z.B. Brandmeldeanlage) an die LIS-Steuerung gemeldet werden.

Fazit

Eine regelkonforme Fünf-Punkte GBU ist das A und O bei der Planung einer E-Auto-Brandfrüherkennung. Daher sollten sich Bauherren, Planer und ausführende Firmen über alle genannten Aspekte im Klaren sein und diese beherzigen bzw. vollständig umsetzen. Eine entsprechende Gefährdungsbeurteilung gehört bereits in die Planungsphase, damit nicht nur Gefahren, sondern z.B. auch Umwelteinflüsse und Nachhaltigkeit, etwa bei der Auswahl der Baustoffe, mit berücksichtigt werden. ■

Autor

Ulrich Ramakers
Geschäftsführer Umsitec; Entwicklung und Fertigung von Geräten rund um das Thema Umwelt- und Sicherheitstechnik

Fachartikel aus der Fachzeitschrift:

Feuertrutz

06 / 2021

© UMSITEC – Ulrich Ramakers

UMSITEC
Umwelt- und Sicherheitstechnik

39. Zeitungsartikel zur Thematik: „E-Auto Überwachung“

Rhein-Zeitung

SEITE 20 Diez NR. 230 · FREITAG, 4. OKTOBER 2019

Werden E-Ladestationen zu tickenden Zeitbomben?

Sicherheitsexperten sprechen über die Schattenseiten der Elektromobilität infolge mangelhafter oder fehlender Gefährdungsbeurteilungen

Von unserem Mitarbeiter
Reinhard Kallenbach

Holzappel/Region. Über mögliche Risiken der Elektromobilität wird ungern gesprochen. Dabei stimmen Meldungen über Wohnhausbrände wie jüngst in Mainz und München, die durch Akkus verursacht wurden, ebenso nachdenklich wie folgenschwere Defekte an Elektroautos. Sicherheitsexperte Ulrich Ramakers aus Holzappel ist überzeugt: Vor allem auf die Betreiber von Elektro-Ladeinfrastrukturen (LIS) dürfte einiges zukommen.

„Wir verdienen zwar mit der regelkonformen Gas- und Thermoüberwachung unser Geld", räumt Ramakers ein. „Dennoch halten wir jede Elektro-Ladestation, die im Freien aufgestellt wurde, für besser als vergleichbare Anlagen in einem Gebäude." Ramakers ist für Umsitec bundesweit aktiv. Das Unternehmen ist auf Umwelt- und Sicherheitstechnik wie Gas- und CO-Warnanlagen spezialisiert und unterstützt Kunden zum Beispiel bei der Erstellung von Gefährdungsbeurteilungen (GBU) oder bei der regelkonformen Überwachung von E-Parkplätzen.

Solche Beurteilungen sind zwar gesetzlich für jeden Investor und Bauherren vorgeschrieben, entsprechen aber in der Praxis sehr oft nicht den neuen Herausforderungen – oder fehlen sogar ganz. Und das, obwohl jede fehlende GBU seit Dezember 2012 als Ordnungswidrigkeit mit einer Geldstrafe bis zu 21 000 Euro verbunden ist. Die Folge: Sehr oft wird nicht bedacht, dass diese E-Ladestationen in den Tiefgaragen immer nahe am jeweiligen Einfahrtsbereich montiert werden, sodass bei einem E-Autobrand die Wärmeentwicklung besser entweichen kann. Das ermöglicht es der Feuerwehr, brennende Elektrofahrzeuge schneller zu löschen oder zu entfernen.

„Sobald das E-Auto brennt, blockieren die Bremssysteme, die Reifen platzen, und dann steht ein 1,5 Tonnen schwerer bis zu drei Tage lang brennender Blechhaufen in der betroffenen Tiefgarage", bringt es Ulrich Ramakers auf den Punkt und weist auf mögliche katastrophale Folgen hin. Sollte ein E-Fahrzeug an einer falschen Stelle innerhalb der Tiefgarage stehen, zum Beispiel unterhalb der dort verlaufenden Gasleitungen, dann entsteht bei einem Brand die Gefahr der Gasexplosion. Ein weiteres Szenario: Wenn ein Kabelhauptrassenbereich betroffen ist, kann ein massiver Stromausfall folgen. Das Gebäude wäre dann technisch tot. „Trotzdem werden E-Ladestationen oft falsch montiert oder nachgerüstet. Sie werden damit zu einer tickenden Zeitbombe", warnt Ulrich Ramakers.

Kurzschluss im Fahrradkeller

Auch mit den Fahrradkellern ist das so eine Sache: Ulrich Ramakers nennt das Beispiel eines Mehrfamilienhauses, in dem ein Keller mit E-Lademöglichkeiten ausgestattet ist – und das, obwohl wichtige Gas- und Stromversorgungsleitungen durch den Raum verlaufen. Kommt es womöglich infolge eines Kurzschlusses zu einem Brand und eine Gasleitung liegt in der Nähe, kann es auch hier zu einer großen Katastrophe kommen. Denn ein Akkubrand setzt enorme Hitze frei, die Temperaturen steigen auf mehr als 2300 Grad.

Was die Feuerwehr im Falle von E-Fahrrädern in der Praxis noch relativ gut und schnell in den Griff bekommt, kann bei größeren Objekten und Fahrzeugen verheerende Folgen haben – vor allem, weil gern ohne eine neue Gefährdungsbeurteilung E-Ladestationen nachgerüstet werden. „Die Brisanz des Themas ist noch nicht überall angekommen", ist Egon Eckes überzeugt. Der Rechtsanwalt aus Wetzlar gehört zu einer neuen, von Ulrich Ramakers gegründeten Arbeitsgemeinschaft, die bundesweit Mitstreiter sucht.

Die kleine Gruppe räumt ein, dass das Interesse bislang mäßig ist. Dabei kann ein Unglück infolge einer Fehleinschätzung der Gefahrenpotenziale für den Investor verheerende Folgen haben – bis hin zum persönlichen Ruin. Da hilft auch eine Haftungsbeschränkung des eigenen Unternehmens nicht. Auch der Verkauf des Objektes an einen Dritten entbindet nicht von der Verantwortung, die Haftung bleibt bestehen, wenn dem Verkäufer nach einem Unglück schwere Versäumnisse nachgewiesen werden können.

Gefahrenquelle ältere Tiefgarage

Die Mitglieder des Arbeitskreises haben vor allem ältere Tiefgaragen als Gefahrenquellen ausgemacht, die mit E-Ladestationen nachgerüstet wurden. Dabei werden diese E-Ladestationen sehr häufig dort montiert, wo die Einspeiseleitung sehr kurz ist, was oft im Widerspruch zu den eigentlich richtigen Montageorten steht. Die Sicherheitsexperten sind sich einig: Parkplätze für E-Fahrzeuge mit Ladevorrichtungen müssten streng genommen in einem eigenen, im Ernstfall hermetisch abschottbaren Bereich untergebracht werden.

Auch aus Sicht von Thomas Will scheint das richtige Vorgehen immer noch nicht überall bekannt zu sein. Will ist Fachkraft für Arbeitssicherheit und hat sich in diesem Bereich in Weeze an der Grenze zu den Niederlanden selbstständig gemacht. Die Nachlässigkeiten in der Praxis erklärt er vor allem mit der Liberalisierung der gesetzlichen Grundlagen. Betreiber haben nämlich den Spielraum, Prüfinstitute selbst zu beauftragen. Oft bleibt es dabei bei einer Sichtprüfung, die Systemfrage wird nicht selten vernachlässigt.

Bessere Überwachung tut not

Aus Sicht der Experten sollte es auch beim Thema Arbeitssicherheit in den Betrieben selbst strenger zugehen. Ihre Forderungen: Die Berufsgenossenschaften müssten regelmäßig auch beim Thema E-Mobilität stärker über das Einhalten der Vorschriften wachen. Sie wissen aber auch, dass dieser Forderung oft die Personalnot entgegensteht. „Dabei ist die Gefährdungsbeurteilung das A und O", kritisiert Thomas Will, der sich vor allem von Bauherren und Betreibern mehr Problembewusstsein wünscht. Und Ulrich Ramakers ergänzt vor dem Hintergrund seiner langjährigen Erfahrungen, dass es selbst bei Großprojekten mit renommierten Akteuren immer wieder Versäumnisse gibt. Und die beginnen schon bei der Generalplanung. Erst nach der Vergabe der Einzelgewerke wird nachgebessert, was zu erheblichen Mehrkosten führen kann und den Zeitplan völlig durcheinanderbringt. Angesichts der Meldungen über die neuen Herausforderungen für Feuerwehren und andere Einsatzkräfte infolge der E-Mobilität überraschen solche Nachlässigkeiten. Dabei entstehen beispielsweise beim Brand eines E-Automobils so hohe Temperaturen, dass eine Betondecke platzen und die darunter liegende Armierung schmelzen kann. Schlimmstenfalls führt dies zu Statikproblemen am betroffenen Gebäude. Je nach Schwere kann sogar ein Abriss folgen.

Und für Feuerwehrleute wird der Einsatz sehr schnell lebensgefährlich. Da die Fahrzeuge noch mit dem Stromnetz verbunden sind, kann man eben nicht einfach ablöschen, weil ein tödlicher Stromschlag droht und die Wassertanks der Einsatzfahrzeuge nicht ausreichen. Brennende E-Autos müssen zunächst vom Stromnetz getrennt und wenn möglich mit einer Winde herausgezogen werden. Das eigentliche und erfolgreiche Löschen geschieht dann über einen Spezialcontainer, die sogenannten Red-Boxes, in denen die Fahrzeuge „geflutet werden".

Für die drei Sicherheitsexperten ist klar: In bestehenden Tiefgaragen haben E-Ladestationen für Elektrostationen nichts zu suchen – es sei denn, sie werden komplett umgebaut und mit mehreren Entrauchungsanlagen sowie mit Wasserentnahmestellen ausgestattet. Zudem muss es noch Sonderabläufe für das verunreinigte Löschwasser geben. Doch das reicht noch lange nicht aus, ist Ulrich Ramakers überzeugt. Umsitec hat daher seine Überwachungseinrichtung LIS-P7 für die Überwachung von E-Fahrzeug-Parkplätzen entwickelt und patentieren lassen.

Sonderbereich für E-Fahrzeuge

Wichtig ist, E-Fahrzeuge von den anderen Abschnitten einer Tiefgarage zu trennen – und zwar so, dass der Sonderbereich im Ernstfall verschlossen werden kann. Und schließlich sollte die Ladeinfrastruktur so ausgelegt sein, dass sie problemlos vom Netz getrennt werden kann. Auch Seilwinden sollten nicht fehlen. Ulrich Ramakers und seinen Mitstreitern ist klar, dass es schwierig ist, diese Anforderungen bei älteren Tiefgaragen zu erfüllen. Im Falle von anstehenden Neubauten oder Generalsanierungen hoffen sie jedoch, dass Planer diese Sicherheitsvorkehrungen auch umsetzen. Und deshalb wollen sie weiter für ihr Sicherheitsprojekt „trommeln".

Einheitliche Standards gefordert

Und was ist mit den im öffentlichen Raum vorgesehenen Ladestationen im Freien? Diese Frage stellt sich auch deshalb, weil Versorger derzeit den wirklichen Bedarf ermitteln, wie das Beispiel der Energieversorgung Mittelrhein zeigt. Dabei geht es nicht nur um Fragen der Versorgungsqualität, sondern auch um die Sicherheit: Auch wenn Experten den „Freiluftsäulen" den Vorzug geben, heißt dies nicht, dass es kein Risiko gibt. Ramakers verweist auf brennende Fahrzeuge, die noch mit dem Stromnetz verbunden waren. Auch hier sind Feuerwehrleute in hohem Maß gefährdet. Aus Sicht des Arbeitskreises bedarf es daher einheitlicher Standards, etwa für eine Selbstabschaltung.

Kettenreaktionen sind möglich

„Wenn ein E-Auto brennt, sind die Temperaturen fast doppelt so hoch wie bei einem normalen Fahrzeugbrand", erklärt Ulrich Ramakers. Der Sicherheitsexperte aus Holzappel spricht auch ein weiteres Problem an – das der Kettenreaktion. Stehen beispielsweise fünf an Ladestationen angeschlossene Pkw nebeneinander und einer gerät infolge eines Defektes in Brand, springt das Feuer auf die anderen Fahrzeuge über. Die daraus entstehenden Folgen können daher sehr schnell gravierend und vor allem dramatisch sein. ku

Gefahrenquelle Tiefgarage: Ein Akkubrand bei E-Mobilen erzeugt eine enorme Hitzeentwicklung mit womöglich katastrophalen Folgen. Foto: dpa

Ulrich Ramakers, Egon Eckes und Thomas Will (von links) fordern Sicherheitsstandards für Ladeinfrastrukturen. Foto: Reinhard Kallenbach

In der Rheinlahn-Zeitung aus Koblenz, gab es dazu auch einen sehr ausführlichen Zeitungsartikel.

Erschienen am 04.10.2019

https://www.rhein-zeitung.de/region/aus-den-lokalredaktionen/rhein-lahn-zeitung-diez_artikel,-sicherheitsexperten-ueber-schattenseiten-werden-eladestationen-zu-tickenden-zeitbomben-_arid,2036347.html

Rhein-Lahn-Zeitung

inister Mike Pompeo: „Der Westen gewinnt"

us den Lokalredaktionen | Rhein-Lahn-Zeitung Diez

Archivierter Artikel vom 08.10.2019, 14:33 Uhr

Rhein-Lahn-Kreis

Sicherheitsexperten über Schattenseiten: Werden E-Ladestationen zu tickenden Zeitbomben?

Über mögliche Risiken der Elektromobilität wird ungern gesprochen. Dabei stimmen Meldungen über Wohnhausbrände wie jüngst in Mainz und München, die durch Akkus verursacht wurden, ebenso nachdenklich wie folgenschwere Defekte an Elektroautos. Sicherheitsexperte Ulrich Ramakers aus Holzappel (Rhein-Lahn-Kreis) ist überzeugt: Vor allem auf die Betreiber von Elektro-Ladeinfrastrukturen (LIS) dürfte einiges zukommen.

Reinhard Kallenbach | 08.10.2019, 14:39 Uhr | Lesezeit: 6 Minuten

© UMSITEC – Ulrich Ramakers