
Enseignements tirés des incendies de bus en Allemagne

Colloque Bus de l'UTP – BUS 22, 17 mai 2022, Fribourg

Wolfgang Reitmeier

Plan

- Incendies de bus: chiffres, causes et contexte
- Charge thermique et comportement au feu
- Protection incendie dans les installations de dépôt
- Place d'avarie ou d'observation
- Conclusion
- VDV-Schriften et communications

Incendies de bus: chiffres, causes et contexte

Enseignements tirés des incendies de bus en Allemagne

Incendies de bus: chiffres, causes et contexte

Les incendies de bus n'ont rien de nouveau:

- Selon une estimation, entre 350 et 400 bus (env. 0,5 % de l'effectif total) brûlent chaque année en Allemagne; il n'existe pas de statistiques à ce sujet, mais ce chiffre est probablement bien plus élevé avec les cas non recensés.

En 2012, une étude de l'Université de Magdebourg a examiné 141 incendies de bus survenus entre 1997 et 2010:

- Le déclenchement de l'incendie se produit dans 75 % des cas dans le compartiment du moteur.
- 85 % des incendies concernent des bus en train de rouler.
- Des bus récents ayant moins d'un an ont également été concernés.

Incendies de bus: chiffres, causes et contexte

Bus diesel: incendies de dépôts

- 2007, Heidelberg, plusieurs bus, env. 1,2 mio. € de dégâts, raison: inconnue
- 2009, Darmstadt, 15 bus, d'autres bus endommagés, raison: probablement un chauffage auxiliaire
- 2011, Bottrop, 70 bus, halle d'env. 5000 m², raison: défaut électrique d'une installation 24 volts
- 2013, Munich, 2 bus articulés, raison: défaut technique
- 2021, Düsseldorf, 38 bus, raison: défaut technique d'un bus diesel
- 2021, Hanovre, 8 bus, raison: défaut technique

Incendies de dépôts dus à des bus électriques

- 2017, Salzgitter, incendie de l'usine de bus électriques de Sileo
- 2019, Burghausen, 1 E-Solobus de Sileo, raison: pas connue avec précision, le feu est apparu dans la zone des batteries dans le toit
- 2021, usine EvoBus à Mannheim, 1 bus articulé E-Citaro avec batterie LMP, raison: défaut de fabrication
- 2021, Stuttgart, 25 bus, raison: défaut technique sur le toit (remorque)

Incendies de bus: chiffres, causes et contexte

Causes d'incendies de bus diesel:

- Fuites de conduites d'injection de l'alimentation en carburant
- Roulements surchauffés (transmission par courroie)
- Défauts des systèmes de traitement des gaz d'échappement (régénération du filtre à particules)
- Défauts du système électrique 24 V
- Défauts du chauffage auxiliaire fossile

Contre-mesures:

- Installations d'alarme incendie
- Installations d'extinction pour le compartiment moteur et le chauffage auxiliaire

Remarque:

Plus la limite d'émissions est élevée, plus le risque d'incendie est grand!

Incendies de bus: chiffres, causes et contexte

Causes d'incendies de bus électriques:

- Défauts de fabrication ou dégâts d'isolation (séparateur) de la batterie
- Court-circuit dans la batterie en raison du vieillissement ou de dendrites
- Erreurs de vissage HV
- Défauts du système électrique 24 V
- Défauts du chauffage auxiliaire fossile (si encore existant)

Contre-mesures:

- Installations d'extinction pour le chauffage auxiliaire fossile

Remarque:

Risque d'incendie lors du chargement au dépôt!

Les bus électriques ne sont pas tous identiques! De grandes différences existent quant à la capacité des batteries, à la chimie des cellules et à la construction.

Incendies de bus: chiffres, causes et contexte

Importante différenciation des causes d'incendie:

- Emballement thermique dans la batterie / cellule
- Causes d'incendie dans le système électrique 24 V du bus ou du bus électrique
- Défauts techniques
- Défauts / dommages de l'infrastructure de chargement
- Défauts / dommages du système électrique du bâtiment ou d'autres infrastructures
- Inflammation de charge combustible au dépôt
- Incendie criminel

Protection incendie du véhicule:

- Réglementée de façon générale dans le ECE R 107
- Respect volontaire du ECE R 118 (ne s'applique pas pour les bus de classe M3 I, bus de ligne urbains)
- Message 2303 du VDV, recommandation pour la prévention des incendies sur les bus de ligne

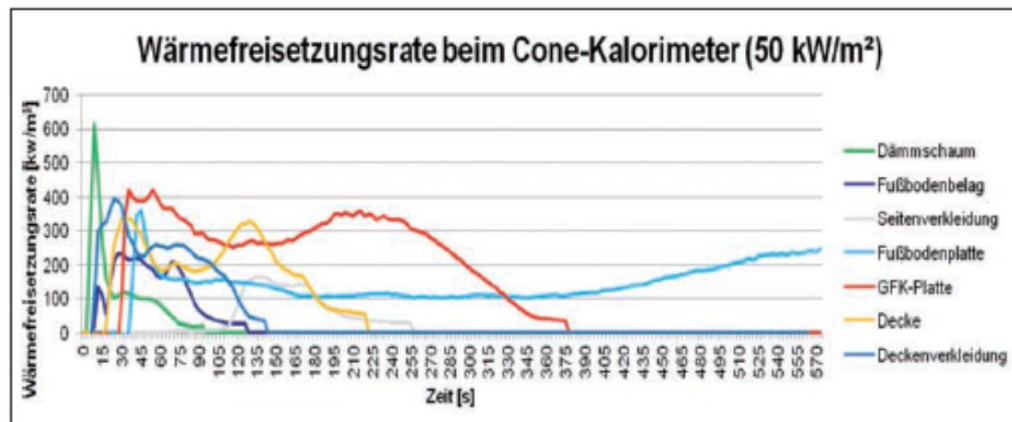
Charge combustible et comportement au feu

Enseignements tirés des incendies de bus en Allemagne

Charge combustible et comportement au feu

Charge combustible:

- La charge combustible de bus est très élevée en raison des matériaux intérieurs et ne peut généralement pas être atteinte de l'extérieur à travers la carrosserie par des moyens d'extinction (p. ex. des sprinklers).
- Les charges combustibles des bus diesel et des bus électriques sont comparables.
- Diminuer la charge combustible est quasiment impossible; l'emploi de matériaux synthétiques et donc la charge combustible vont encore augmenter (construction légère, parois latérales en plastique, etc.)



Source: s + s report 1/ 2014

Charge combustible et comportement au feu

Comportement au feu:

- Les espaces entre les bus garés au dépôt sont très étroits.
- Le feu se propage très rapidement dans un bus jusqu'à sa combustion complète (2 à 3 minutes).
- La propagation du feu aux bus à proximité s'effectue sans grand délai, si bien que des bus densément garés brûlent eux aussi entièrement en très peu de temps. Les halles et les carports favorisent la propagation de l'incendie.
- De très grandes quantités de gaz de combustion et de chaleur se développent.
- Des mélanges de gaz explosifs peuvent se former.
- L'aspiration de la chaleur et des gaz de combustion n'est pas réalisable dans la mesure nécessaire.
- Des recherches sont en cours pour évaluer l'efficacité des installations d'extinction par brouillard d'eau à haute pression.

Charge combustible et comportement au feu



<https://www.youtube.com/watch?v=osYm3sAW9yE>

Source: YouTube

Protection incendie dans les dépôts

Enseignements tirés des incendies de bus en Allemagne

Protection incendie dans les dépôts

Halle, carport et dépôt en plein air

Points généraux (sur la base des connaissances actuelles):

- Les halles de dépôt de bus sont en général des bâtiments spéciaux pour lesquels un concept de protection incendie doit être réalisé. Le service du feu et les assurances des bâtiments doivent être impliqués dans la planification.
- La détection rapide d'incendie est impérative, aussi bien dans le bus (batterie) que dans l'infrastructure de chargement!
- Il est par conséquent judicieux de surveiller en continu p. ex. la température et la tension des cellules lors du chargement et de l'interrompre automatiquement en cas d'irrégularité.
- L'annonce devrait être communiquée par le système de gestion de la batterie à une centrale occupée en permanence via le système de gestion du chargement.
- La construction fermée des batteries rend l'incendie détectable seulement tardivement.
- Le déclenchement rapide de l'alarme incendie du bâtiment (avec localisation précise) et, si existante, l'installation d'extinction automatique (sprinkler ou brouillard haute pression) devraient être garantis. Les données de l'installation d'extinction automatique doivent être enregistrées séparément.

Protection incendie dans les dépôts

Halle, carport et dépôt en plein air

Points généraux (sur la base des connaissances actuelles):

- Il est prévisible qu'en cas d'incendie dans un dépôt, tous les bus du compartiment soient détruits.
- Il est donc judicieux de limiter à une vingtaine le nombre de bus garés dans un compartiment, aussi bien dans les halles que les carports et les dépôts en plein air. Ce nombre est gérable sur le plan des assurances et de l'organisation. C'est ce que recommandent les assurances.
- Si nécessaire, des contournements et des entrées doivent être prévues pour le service du feu, ou des surfaces doivent être prévues pour celui-ci.
- Des entrées et des sorties supplémentaires doivent être prévues.
- L'interruption centrale (facilement accessible) de l'alimentation en air comprimé, de l'infrastructure de chargement et de l'alimentation électrique pour les secteurs de dépôt doit être prévue.
- De l'eau doit être disponible en quantité suffisante pour l'extinction.

Protection incendie dans les dépôts

Halle, carport et dépôt en plein air

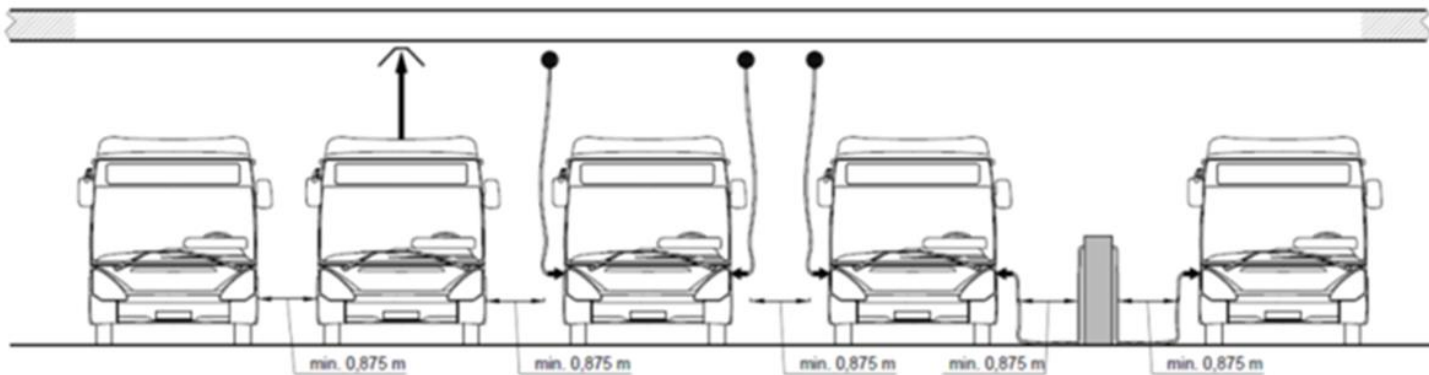
Points généraux (sur la base des connaissances actuelles):

- Les halles et les carports gênent les travaux d'extinction et le refroidissement des batteries.
- Les bus doivent pouvoir être évacués. Les pompiers doivent pouvoir atteindre le foyer d'incendie.
- Après un incendie, les halles et les carports présentent souvent un danger d'effondrement, ce qui peut bloquer des voies de circulation dans le dépôt. Il faut en tenir compte dans la planification.
- La chaleur et la fumée doivent pouvoir être évacuées vers le haut, les surfaces ordinaires d'évacuation de chaleur et de fumée ne sont pas suffisantes!
- Il serait judicieux de concevoir des toits aussi légers que possible (uniquement pour protéger contre les intempéries) afin d'offrir aussi peu de résistance au feu que possible (amélioration de l'évacuation de la fumée et de la chaleur).
- Attention: les installations photovoltaïques sur les toits ne peuvent pas être débranchées!
- Il est judicieux d'établir un concept d'urgence. Des surfaces de garage de remplacement en dehors du dépôt et des solutions de remplacement pour l'alimentation des véhicules devraient être prévues.

Protection incendie dans les dépôts

Garage dans des halles et des carports (seulement un toit):

- La distance minimale de 0,9 m (nouvelle valeur) définie dans la directive allemande sur les dépôts pour les voies de circulation doit être respectée (également lorsque le câble de chargement est branché). Cela est souvent difficile à mettre en œuvre dans les bâtiments existants.
- Pour les véhicules à hydrogène, des dispositifs de protection contre les explosions (ATEX) doivent être prévus.



Source: VDV-Schrift 825 «Auswirkungen der Clean Vehicles Directive im Linienbus auf Betriebshöfe und Werkstätten»

Protection incendie dans les dépôts

Carport (seulement un toit):

- La distance entre les carports doit être suffisamment grande afin d'empêcher une propagation du feu même en cas de vent.

Carport (seulement un toit) et dépôt en plein air:

- De grandes quantités d'énergie sont parfois employées pour le préconditionnement du compartiment voyageurs et de la batterie. Il faut en tenir compte dans le dimensionnement de l'infrastructure de chargement et de l'installation de garage.

Dépôt en plein air:

- Une séparation par des parois coupe-feu peut également être judicieuse pour les dépôts en plein air.
- Sous l'influence du vent, des bus éloignés peuvent également brûler à la suite de la propagation des flammes d'autres bus en feu.

Protection incendie dans les dépôts

Infrastructure de recharge et station de carburant:

- Il y a lieu de placer l'infrastructure (les appareils) de chargement dans une pièce (compartiment séparé). Les données de l'infrastructure de recharge doivent être sauvegardées séparément.
- L'utilisation d'installations d'alarme incendie et de systèmes d'extinction est judicieuse.
- L'infrastructure de recharge et de carburant doit rester utilisable.

Batteries de stockage stationnaires (réutilisation *second life*):

- Les batteries de stockage stationnaires doivent également être protégées contre les incendies.
- La protection contre les inondations est ici particulièrement importante.

Autres points:

- Les dangers dus aux inondations devront également être pris en compte à l'avenir.
- Les conventions avec les communes relatives au stockage de diesel et de matières apparentées pour la protection de la population et contre les catastrophes doivent être respectées.

Place d'avarie ou d'observation

Enseignements tirés des incendies de bus en Allemagne

Place d'avarie ou d'observation

Création d'une place d'avarie ou d'observation:

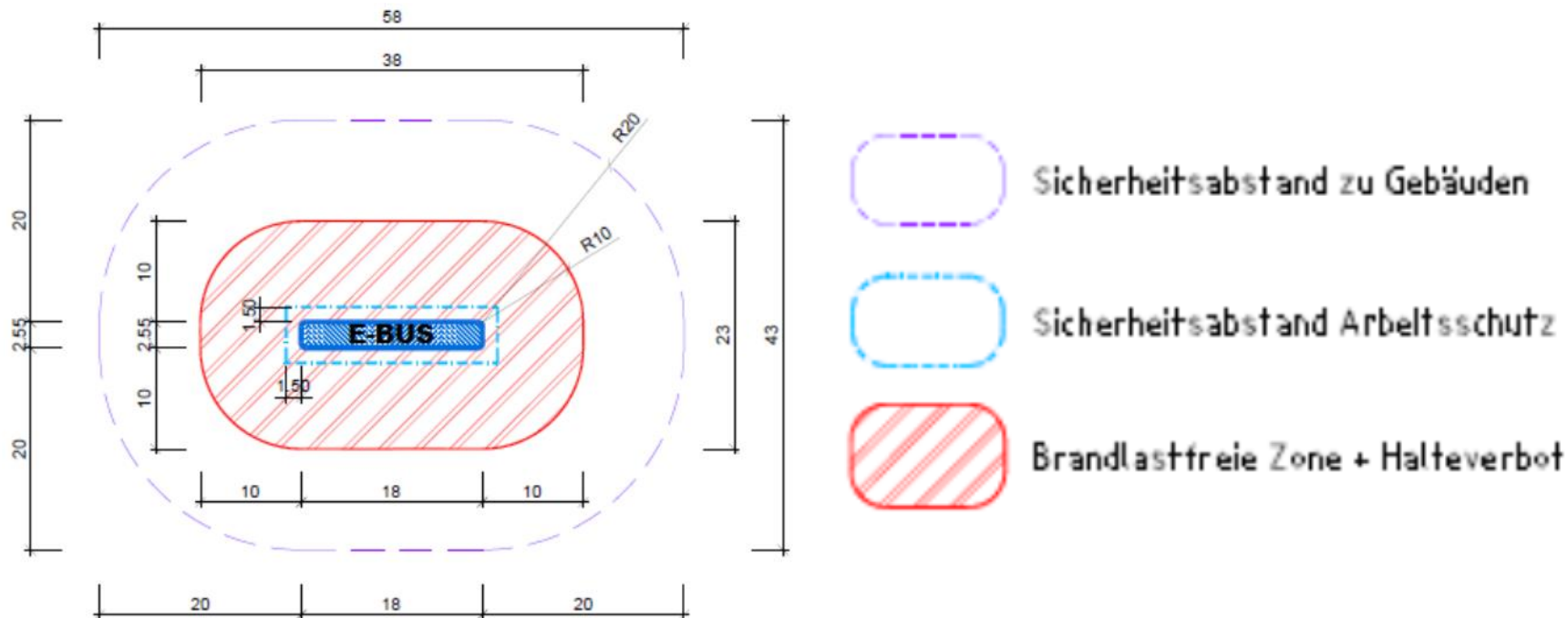
Une place d'avarie ou d'observation sert à déposer et à observer des véhicules électriques accidentés sur lesquels un endommagement de la batterie ne peut pas être exclu. Il n'existe pas encore de prescriptions précises à ce sujet.

Les points suivants doivent être pris en compte dans la planification:

- Le service du feu, l'assureur choses, un expert en protection incendie et toutes les autorités concernées doivent être impliqués dans la conception de la place d'avarie.
- Les prescriptions du constructeur de véhicules doivent être prises en compte.
- Il y a lieu de prévoir une alimentation en eau suffisante et de la place pour les pompiers.
- L'installation d'une surveillance vidéo (y c. caméras thermiques) reliée à une centrale occupée en permanence est judicieuse.
- L'éclairage doit être suffisant.
- Il est judicieux de surveiller la température et la tension des cellules (p. ex. via une interface) des bus garés sur les places d'avarie.

Place d'avarie

Disposition d'une place d'avarie:



Source: Beobachtungsort – Sicherheitsabstände, BVG, Feuerwehr Berlin

Conclusion

Enseignements tirés des incendies de bus en Allemagne:

- Les bus électriques (à batterie et à hydrogène) ne présentent pas un plus grand danger que les bus diesel du point de vue de la protection incendie.
- La protection incendie au dépôt doit être entièrement repensée et réévaluée.
- Davantage de place sera nécessaire à l'avenir en zone urbaine pour le garage des bus et l'infrastructure des transports publics (dépôt et infrastructure de chargement dans la zone de desserte).
- La séparation en compartiments constitue une mesure de protection efficace pour réduire les dégâts dus aux incendies. En cas d'incendie, il faut s'attendre à ce que tous les bus situés dans un compartiment soient détruits.
- Lors de la planification de nouvelles constructions ou de transformations, une concertation doit avoir lieu entre tous les services concernés, p. ex. l'exploitant, le service du feu, les assurances et l'instance chargée de la protection incendie et de sa planification.

VDV-Schriften et communications:

Les documents cités sont disponibles sous:

- VDV- Schrift 825 Auswirkungen der «Clean Vehicles Directive» im Linienbus auf Betriebshöfe und Werkstätten (en cours d'actualisation):

<https://knowhow.vdv.de/documents/825/>

- VDV- Mitteilung 2303 Empfehlung zur Verhinderung von Brandschäden bei Linienbussen

<https://knowhow.vdv.de/documents/2303/>

Merci pour votre attention

Wolfgang Reitmeier
Responsable des dépôts et ateliers et de la mobilité
électrique

Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e. V. (VDV)
Kamekestraße 37 – 39 | 50672 Cologne

Tél. +49 163 57979-39

reitmeier@vdv.de | www.vdv.de