

---

Positionspapier / November 2022

---

# **Kurzfristig umsetzbare Maßnahmen zur Energie- einsparung in Bus- und Bahnunternehmen**

---

Energieeffizienz

---

### **Gesamtbearbeitung**

Ausschuss für Elektrische Energieanlagen  
Schienenfahrzeugausschuss  
Ausschuss für Betriebshöfe und  
Werkstätten

### **Autorenverzeichnis**

Dr. Marcel Manheller, VDV, Köln  
Dipl.-Ing. Christoph Hessel, VDV, Köln  
Dipl.-Ing. Wolfgang Reitmeier, VDV, Köln  
Steffen Kähler, ÜSTRA, Hannover  
Eberhard Nickel, LVB, Leipzig  
Jens Thiede, DVB AG, Dresden  
Thomas Kraemer, Vestische Straßenbahnen, Herten

---

## **Impressum**

Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e. V. (VDV)  
Kamekestraße 37–39 · 50672 Köln  
T 0221 57979-0 · F 0221 57979-8000  
info@vdv.de · www.vdv.de



@DieVerkehrsunternehmen



@VDV\_Verband



die-verkehrsunternehmen



app.vdv.de

### **Ansprechpartner**

Dr. Marcel Manheller  
T 0221 57979-132  
F 0221 57979-8132  
manheller@vdv.de

---

# Übersicht Energieverbrauch in Verkehrsunternehmen

Die aktuelle Situation der Energieknappheit hat die Bundesregierung veranlasst, kurzfristig und mittelfristig umsetzbare Maßnahmen (EnSikuMaV und EnSiMiMaV) zu verordnen. Neben den verordneten Maßnahmen zeigen wir in diesem Positionspapier weitere Maßnahmen zur Energieeinsparung und eine Steigerung der Energieeffizienz in dem Bereich des ÖPV in Bus- und Bahnunternehmen auf. Damit sollen die möglichen, eventuell weitreichenden Folgen abgemildert oder vermieden werden. In den Verkehrsunternehmen sind Einsparungen in verschiedenen Bereichen und von verschiedenen Energieträgern möglich.

In diesem Positionspapier werden folgende Bereiche bzgl. Energieeffizienz betrachtet:

## 1. Betrieb von Fahrzeugen

- a. Fahrstrom für Bahnen/Obusse und E-Busse
- b. Diesel und Gas für Busse
- c. Energieversorgung/Unterwerke für Bahn und Obus
- d. Energieversorgung/Ladeplätze für E-Busse

## 2. Betriebshöfe, Werkstätten und Verwaltungsgebäude

- a. Heizen
- b. Stromverbrauch
  - Lüftung/Klima
  - Licht
  - Betriebshof allgemein

### A) Energiebedarf eines mittelgroßen Verkehrsunternehmens mit Straßenbahnen und Bussen:

#### 1. Betrieb von Fahrzeugen (insgesamt 83 %)

- |                      |      |             |
|----------------------|------|-------------|
| – Fahrstrom Bahn:    | 45 % |             |
| – Fahrstrom E-Busse: | 1 %  | (zunehmend) |
| – Diesel Bus:        | 35 % |             |
| – Diesel Sonstige:   | 2 %  |             |

#### 2. Betriebshöfe, Werkstätten und Verwaltungsgebäude (insgesamt 17 %)

- |                                       |      |
|---------------------------------------|------|
| – Fernwärme/Gas/Heizöl:               | 11 % |
| – Strom Trafo-Stationen (Betriebshof) | 4 %  |
| – Strom Verwaltungsgebäude            | 1 %  |
| – Sonstiges                           | 1 %  |

**Der Energiebedarf beträgt ca. 150 GWh, wovon ca. 83 % mit dem Fahrbetrieb zusammenhängend aufgewendet werden.**

## **B) Energiebedarf eines mittelgroßen Verkehrsunternehmens mit Bussen:**

### **1. Betrieb von Fahrzeugen (insgesamt 94 %)**

- Fahrstrom E-Busse: 1 % (zunehmend)
- Diesel Bus: 92 %
- Diesel Sonstige: 1 %

### **2. Betriebshöfe, Werkstätten und Verwaltungsgebäude (insgesamt 6 %)**

- Fernwärme/Gas/Heizöl: 4 %
- Strom 2 %

**Der Energiebedarf beträgt ca. 72 GWh, wovon ca. 93 % mit dem Fahrbetrieb zusammenhängend aufgewendet werden.**

Zur Umsetzung, Überprüfung und Reporting von Maßnahmen ist die Ernennung von Energiebeauftragten sinnvoll. Es sollten möglichst für den Betrieb von Fahrzeugen (Diesel-/Gas-Bus, E-Bus, Bahn, Unterwerke und Ladeplätze) ein Energiebeauftragter und Stellvertreter benannt werden. Für die jeweiligen Gebäude, z. B. Bahnhof, Abstellhalle, Betriebshof, Werkstatt etc. sollten mehrere Energiebeauftragte für z. B. Strom, Heizung usw. benannt werden.

In diesem Positionspapier werden ausschließlich kurzfristig umsetzbare Maßnahmen beschrieben, die weitestgehend ohne zusätzliche oder neue Technik umsetzbar sind.

2023 wird eine VDV-Schrift mit Mittel- und Langfristmaßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz in Bus- und Bahnunternehmen veröffentlicht werden.

Weitere Hinweise zum Energiemanagement finden sich in der VDV-Schrift 851 „Umweltschutz in Verkehrsunternehmen“.

Weitere Details zur Anwendung der EnSikuMaV wurden von der Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (VBG) erstellt.

# 1. Energieeffizienzmaßnahmen Betrieb von Fahrzeugen

Die Bahnunternehmen fahren seit über 100 Jahren elektrisch und somit schon deutlich energieeffizienter als der bis heute übliche Antrieb von Fahrzeugen durch einen Verbrennungsmotor. Hoher Wirkungsgrad, effiziente Energiezufuhr über Oberleitung oder Stromschiene und die Möglichkeit, das Fahrzeug verschleißfrei elektrisch zu bremsen, sind unbestreitbare Vorzüge elektrischer Bahnen. Die ersten elektrischen Busse waren Obusse, die bisweilen noch in 3 Städten Deutschlands in Betrieb sind. Batterieelektrische Busse haben nach mittlerweile 10-jähriger Betriebserfahrung annähernd Serienreife erlangt.

Lang- und mittelfristige Maßnahmen sind zumeist an die Beschaffung neuer Fahrzeuge gebunden. Die Möglichkeit bei Bahnen und Obussen, Bremsenergie zurückzuspeisen, ist schon seit geraumer Zeit Stand der Technik. In den letzten Jahren wurden neue Bahnen, Obusse und E-Busse zunehmend mit einer komplexen Leittechnik ausgerüstet, die die Möglichkeiten, Energie einzusparen, deutlich erweitert.

Auch bei Diesel- und Gasbussen konnte in den letzten Jahren durch eine stetige Verbesserung der Motorentchnik und des Nebenverbrauchermanagements die Verbräuche kontinuierlich gesenkt werden. Da bei Bussen mit Verbrennungsmotor keine systemischen Optimierungen möglich sind, sind die Einsparpotenziale begrenzter als bei oberleitungsbetriebenen Fahrzeugen.

## a) Energieeffizienzmaßnahmen Fahrstrom für Bahnen, Obusse/E-Busse

### I. Absenkung der Fahrgastraumtemperatur auf bis zu 15 °C (E-Bus, Obus und Bahn)

Im Winter werden die Bahnen regelmäßig geheizt, die Standardtemperatur im Fahrzeuginneren ist oftmals 18 °C. Oft wird hier mit Komfort argumentiert, aber bei niedrigen Außentemperaturen sind die Fahrgäste entsprechend diesen Bedingungen angezogen, sodass eine niedrigere Innentemperatur ausreichend sein kann.

Nach Modellrechnungen ist bei einer Absenkung der Innentemperatur pro 1 °C eine Einsparung von ca. 2 % möglich.

Die Klimatisierung sollte in den Wintermonaten ausgeschaltet werden. Aufgrund der teilweise hohen Temperaturen könnte es zu einer Einschaltung der Klimaanlage kommen.

### II. Abstellkonzepte (E-Bus und Bahn)

Ein relativ großer Anteil von Energie kann auch beim Abstellen der Fahrzeuge auf dem Betriebs-hof verbraucht werden. Eine Abstellung der Fahrzeuge mit laufender Heizung/Klimatisierung verbraucht im Winter/Sommer enorme Energiemengen. Ebenfalls kann die Fahrzeugbeleuchtung gesteuert werden. Mögliche Maßnahmen für die Steuerung von Heizung, Klimatisierung, Licht, bzw. Stand-by-Betrieb sind:

- manuelle Einstellung bei Abstellung und Fahrtbeginn (kurzfristig<sup>\*)</sup>)
- zeitlich automatisiert (mittelfristig)
- vollautomatisiertes, d. h. nach Fahrplan gesteuertes, Abstellkonzept (langfristig)

Vorgeschlagene Abstell-Fahrgastraum-Temperatur, bei angeschlossenem Ladegerät:

- Winter:
  - Frostschutz 5 °C für Bus und Bahn
  - 30 min Vorheizen auf 15 °C nur für Bus, in der Bahn nicht notwendig

- Sommer:
  - Hitzeschutz: meist für Bus und Bahn nicht notwendig. Ausnahmen sind Batterien, die ggf. im Sommer gekühlt werden müssen.
  - „Freies Kühlen“: Lüftung bei Erreichen einer bestimmten maximalen Temperatur im Sommer.
  - 30 min Vorkühlen (auf Außentemperatur minus 5 °C) nur für Bus, in der Bahn nicht notwendig.
- \*) Bei manuellen Einstellungen ist das Fahrpersonal mit geeigneten Mitteln zu unterrichten und dies nachzuhalten. Am besten mit im Fahrzeug liegenden Dienstanweisungen, die den Abstellvorgang detailliert beschreiben.

### III. Anhebung der Rückspeisespannung (Bahn und Obus)

Alle modernen Fahrzeuge sind rückspeisefähig. Bei den meisten Unternehmen sinkt die Zahl der nicht rückspeisefähigen Fahrzeuge kontinuierlich oder ist schon bei null. Häufig wird der Bremswiderstand viel zu früh zugeschaltet. Eine höhere Rückspeisespannung beim Bremsen erhöht deutlich die Reichweite für die in das Netz gespeiste Bremsenergie, die dann von anderen Fahrzeugen aufgenommen werden kann. Ist die Rückspeisespannung klein, wird wertvolle elektrische Energie nutzlos in Wärme umgewandelt, anstatt diese anderen Verbrauchern im Netz zur Verfügung zu stellen. Der Spannungswert der Rückspeisespannung für Gleichstrombahnen ist in der DIN EN 50163 angegeben. Bei 600-V-Netzen können 720 V dauerhaft und 800 V ( $U_{max2}$ ) kurzzeitig zum Bremsen anstehen, bei 750-V-Netzen sind das 900 V dauerhaft und 1000 V beim Bremsen. Die Erfahrung aus den Gesprächen mit Verkehrsunternehmen zeigt, dass die volle Rückspeisespannung sehr häufig nicht ausgenutzt wird.

Begründungen sind dafür z. B. Museumsfahrzeuge oder Ähnliches. Angesichts der möglichen Einsparungen darf dies nicht der Grund zum Verheizen von teurer und wertvoller Energie sein. Werten Sie die Energieverbräuche aus, die in Ihren Antriebssteuergeräten hinterlegt sind! Der Rückspeisegrad (der Quotient von rückgespeister Antriebsenergie zu aufgenommener Antriebsenergie) kann bis zu 55 % betragen. Liegen Sie erheblich drunter, haben Sie ein Riesenpotenzial an Einsparungen. Bezogen auf den Gesamtverbrauch einer Bahn, kann durch eine optimale Rückspeisung bis zu 35 % des Gesamtenergieverbrauchs eingespart werden. Manche Fahrzeugsteuerungen weisen auch schon die Mengen an Energie aus, die im Bremswiderstand vernichtet werden. Bezieht man diesen Wert auf die Antriebsenergie, sind Werte unter 10 % möglich. Referenzen dafür sind vorhanden.

Sofern die Rückspeisespannung in der Fahrzeugsoftware parametrierbar ist, ist ggf. eine Änderung der Zulassung nicht oder nur mit geringem Aufwand notwendig. In der Regel ist eine Abstimmung mit und Freigabe von allen Fahrzeugherstellern notwendig. Diese Maßnahme ist voraussichtlich meist eher mittelfristig zu realisieren und von dem Alter der Fahrzeuge und der Anzahl der Fahrzeughersteller abhängig, birgt jedoch ein großes Potenzial.

### IV. Energieeffizientes Fahren (Bus und Bahn)

Die Fahrzeuge (Bus & Bahn) sind am effizientesten in der sogenannten Beharrungsfahrt/„Segeln“ mit gleichbleibender Geschwindigkeit. D.h. dass Fahrzeug sollte möglichst schnell (Spitzfahrt) auf die Reisegeschwindigkeit gebracht werden. Messungen haben gezeigt, dass bei einer Reduzierung des maximalen Entnahmestroms pro Fahrzeug der Energieverbrauch steigt. Natürlich ist für energieeffizientes Fahren eine vorrausschauende Fahrweise notwendig.

Maßnahmen zur Förderung von wirtschaftlichen Fahren und Stehen von Bahnen, Bussen und Dienstfahrzeugen:

- Schulung der Fahrbediensteten;
- Erfassung und Bewertung von Verbräuchen (nicht personenbezogen);
- ÖPNV-Bevorrechtigung;
- Stillstandmanagement (z. B. auf Betriebshöfen und an Endstellen);
- Einführung eines technischen Systems zur energetischen Fahrzeugbedienung;
- weitere Fahrzeugmaßnahmen (z. B. Optimierung thermischen Komforts).

## V. Höchstgeschwindigkeit (Bahn)

Durch die Absenkung der Höchstgeschwindigkeit von 70 auf 60 km/h (wenn zulässig, Ausnahmen z. B. auf EBO-Strecken) können in der Bahn ca. 15 % Energie eingespart werden. Der Zeitverlust für unsere üblichen Haltestellenabstände ist dabei zu vernachlässigen, muss jedoch in der aktuellen Situation gegenüber dem Energieeinsparungspotenzial bewertet werden. Die Information an den Fahrer kann z. B. durch Schilder entlang der Strecke erfolgen.

## VI. Lüftungskonzept (Bus und Bahn)

- Rücknahme der Corona-Pandemiemaßnahme zum Zwangsöffnen der Türen an Haltestellen und Endhaltestellen: Messungen an Stadtbahnwagen haben ergeben, dass durch das Öffnen und Schließen aller Türen an den Haltestellen ein 3-facher Luftaustausch umgesetzt werden kann. Durch die fahrzeugseitige Lüftung ist ein bis zu 20-facher Luftaustausch möglich. (siehe VDV-Rundschreiben VPV 63/2022);
- Rücknahme der Zwangshalte an allen Haltestellen zur Belüftung durch Türöffnung;
- ggf. Rücknahme der Fahrzeug Umbauten (wenn geschehen) zur besseren Durchlüftung.

## b) Energieeffizienzmaßnahmen für Diesel- und Gas-Busse

- Sensibilisierung der Busfahrer zum Abschalten von Motoren an Endhaltestellen;
- Busse und Dienstfahrzeuge nicht im Stand unnötig laufen lassen;
- Öffnen der Türen an den Haltestellen und bedarfsgerecht/nach Anforderung des Fahrgastes (siehe oben: Lüftungskonzept);
- Absenkung der Innentemperatur bei kalten Außentemperaturen im Winter mit Zusatzheizung auf bis zu 15 °C; ohne Zusatzheizung auf bis zu 18 °C;
- Die Klimatisierung sollte in den Wintermonaten ausgeschaltet werden. Aufgrund der teilweise hohen Temperaturen könnte es zu einer Einschaltung der Klimaanlage kommen.
- Anpassung/Kontrolle des Reifendrucks;
- Eco-Modus in der Getriebesoftware einstellen.

### **c) Energieeffizienzmaßnahmen in der Infrastruktur Bahn und Obus**

- Einstellung von Heizungen in Unterwerken auf Frostschutz (5 °C) (bis zu 8 kW pro Unterwerk);
- zeitweises Abschalten von redundanten Transformatorstationen prüfen (Leerlaufverbrauch ca. 2 kW pro Transformator);
- bei zweiseitiger Netzeinspeisung: Angleichung der Einspeisespannung an Trennstellen der zwei Netzabschnitte. Bei unterschiedlichen Spannungen an diesen Stellen erfolgt eine Querversorgung der Netzabschnitte, die zu Übertragungsverlusten in der Oberleitung führt;
- Weichenheizung tagesaktuell je nach Wetterlage manuell schalten (bis zu 6 kW pro Heizung);
- Fahrtreppen: Betriebsart Langsam-Fahrt/Stopp bei Fahrtreppen einrichten, sofern keine Fahrgäste auf der Treppe sind und die Fahrtreppe mit einem Lichtvorhang ausgestattet ist.

### **d) Energieeffizienzmaßnahmen in der Ladeinfrastruktur für E-Busse**

- Abschaltung von Ladeinfrastruktur im Betriebshof, wenn (z. B. tagsüber bei Linieneinsatz der E-Busse oder nachts nach dem Vollladen aller E-Busse) diese nicht benötigt werden;
- Abschaltung von Ladeinfrastruktur an der Endhaltestelle, wenn zwischen den Ladevorgängen größere Pausen existieren.



---

## 2. Energieeffizienzmaßnahmen in Betriebshöfen, Werkstätten und Verwaltungsgebäuden

### a) Energieeffizienzmaßnahmen Heizung

In der Gebäudetechnik gilt der Satz:

„1 Grad Absenkung der Raum-Soll-Temperatur spart 6 % Energie“.

**Wird im Winter die Temperatur von 23 °C auf 19 °C abgesenkt, können ca. 24 % Heizleistung eingespart werden.**

**Vorgaben der EnSikuMaV** bzgl. Anpassung der Höchstwerte für die Lufttemperatur im Arbeitsraum:

- 19 °C für körperlich leichte und überwiegend sitzende Tätigkeit (z. B. Büro, Sozialräume);
- 18 °C für körperlich leichte Tätigkeit überwiegend im Stehen oder Gehen;
- 18 °C für mittelschwere und überwiegend sitzende Tätigkeit;
- 16 °C für mittelschwere Tätigkeit überwiegend im Stehen oder Gehen;
- 12 °C für körperlich schwere Tätigkeit.
- Abschaltung Heizkörper in Gemeinschaftsflächen, die nicht dem Aufenthalt von Personen dienen, wie z. B. Treppenhäuser und Fluren (Frostschutz beachten).

Die Feststellung der temperaturabhängigen Arbeiten und der für die Technik notwendigen Temperaturen kann z. B. durch eine Nutzerbefragung erfolgen. Zu beachten ist, dass die genannten Höchstwerte nach § 12 EnSikuMaV gleichzeitig Mindestwerte für Arbeitsräume in Arbeitsstätten sind.

Hinweise zu den Vorgaben der EnSikuMaV:

1. Von ÖPNV-Unternehmen genutzte Gebäude sind nach § 2 Nr. 3 EnSikuMaV in der Regel öffentliche Gebäude, da die Verkehrsunternehmen öffentliche Aufgaben der Daseinsvorsorge erbringen und in der Regel unter der finanziellen oder politischen Kontrolle einer Gebietskörperschaft stehen. Sie müssen somit die EnSikuMaV anwenden.
2. Als Rechtsvorschrift geht die EnSikuMaV der Arbeitsstätten-Richtlinie ASR A3.5 „Raumtemperatur“ als rein technischem Regelwerk vor. Die ASR ist zudem nach § 3a Abs. 1 Satz 2 Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) vom Arbeitgeber lediglich „zu berücksichtigen“.
3. Das Arbeitsschutzgesetz und die ArbStättV beinhalten keine bestimmten Temperaturvorgaben. Die Anforderung aus § 3a ArbStättV i. V. m. Nr. 3.5 Abs. 1 und 2 des Anhangs zur ArbStättV („gesundheitlich zuträgliche Raumtemperatur“) wird jedoch von der spezielleren und damit vorrangigen Vorschrift der EnSikuMaV in deren Geltungszeitraum (1. September 2022 bis 28. Februar 2023) für öffentliche Nichtwohngebäude abweichend konkretisiert. Die Ausnahme (bei Gesundheitsgefährdung oder nicht möglichen/ausreichenden sonstigen Schutzmaßnahmen) in § 6 Abs. 4 EnSikuMaV ist zu beachten.
4. Die Verordnung ist einzuhalten, Arbeitnehmer eines Verkehrsbetriebes werden in der Regel nicht erfolgreich gegen die Absenkung klagen können, bzw. Betriebs- und Personalräte können die Absenkung der Temperaturen nicht verhindern.

5. Verkehrsunternehmen, die in den Anwendungsbereich der EnSimiMaV fallen, sind aufgefordert, Energieaudits durchzuführen. In dem Audit können/werden die Erfüllung der Temperaturvorgaben aus der EnSikuMaV und weitere Maßnahmen gefordert werden.
6. Die Klimatisierung sollte in den Wintermonaten ausgeschaltet werden. Aufgrund der teilweise hohen Temperaturen könnte es zu einer Einschaltung der Klimaanlage kommen. Es ist nicht im Sinne des Gesetzes den Raum auf die angegebene Temperatur herunter zu kühlen, auch wenn die in der EnSikuMaV angegebenen Werte Mindest- und Maximal-Werte zugleich sind.

Weitere mögliche Maßnahmen sind:

- Reduzierung der zu beheizenden Fläche in Betriebshöfen und Verwaltungsgebäuden (ggf. durch mobiles Arbeiten, Einführung Wechselbelegung von Büros bzw. Schichtverlagerung);
- Fachgerecht Stoßlüften maximal 2 min pro 30 min bzw. durch CO<sub>2</sub>-Sensor getriggert;
- Heizungsabschaltung bzw. Reduktion der Vorlauftemperatur außerhalb der Nutzungszeit, wie z. B. nachts (Frostschutz beachten) oder im Sommer, in Abstimmung mit der Arbeitssicherheit (ausgenommen: Werkstätten, Hofdienst, Pausenräume);
- Nutzungsverbot von mobilen Heizgeräten und Kühlanlagen unter Berücksichtigung der Arbeitsstättenverordnung (wenn nicht technisch für Prozess notwendig);
- Vermeidung von Kühlanlagen bzw. Nutzungsverbot unter Berücksichtigung Arbeitsstättenverordnung.
- Absenkung der Vorlauftemperatur in Heizungen;
- Überprüfung der Heizkurven/Regelungseinstellung;
- Prüfen, ob Heizkörper durch Möbel o. Ä. verstellt sind und – wenn möglich – frei räumen;
- Thermostaterneuerung gegen Behördenmodelle (Manipulationssicher), wenn notwendig;
- Beschaffung geeigneter Messtechnik zur schnellen und zuverlässigen Überprüfung von Raumtemperaturen;
- Beauftragung eines „Kümmerers“ pro Gebäude zum Schließen von Fenstern und Ausschalten des Lichts sowie grundsätzliche Abschaltung aller „Stand-by-Geräte“.

## **b) Energieeffizienzmaßnahmen Strom**

### **I. Werkstätten , Betriebshöfe, Betriebsanlagen und U-Bahnhöfe:**

- technische Lüftung nur bei Erfordernis;
- Busse, Bahnen und Dienstfahrzeuge nur bedarfsgerecht waschen;
- Druckluftkugelhähne nach Arbeitsschluss verriegeln;
- ordnungsgemäße Instandhaltung von Druckluftanlagen zur Vermeidung hoher Druckverluste durch Leckagen;
- Hallentore auf den Betriebshöfen nur so lange wie erforderlich öffnen. Ggf. Abschaltung der Torlüfter in den Werkstätten → schnelleres Schließen der Tore im Winter notwendig;
- Temperatursenkung in der Lackierkabine von 23 °C auf 19 °C;
- Verschiebung von temperaturabhängigen Arbeiten aus der Heizperiode in die warme Jahreszeit möglich?

- Zusammenfassung von Arbeiten/Arbeitszeiten und damit Reduzierung von Heizzeiten möglich? Wenn vorhanden, Schichtmodelle auf Notwendigkeit überprüfen;
- Anpassung Arbeitsort (z. B. in kleineren zu beheizenden Bereichen) möglich?
- Absenkung der Temperaturen in Abstellhallen von 7 °C auf 5 °C

## II. Lüftungs- und Klimaanlage

Lüftungsanlagen ausschalten, wenn Fensterlüftung möglich ist, und nur bei Bedarf, z. B. bei Versammlungsräumen betreiben (entsprechend Arbeitsstätten-, Arbeitsstättenrichtlinie ASR A 3.6 mit Überwachung der CO<sub>2</sub>-Konzentration).

- Klimatisierung nur bei Bedarf bei Versammlungsräumen und in Serverräumen nutzen;
- Kontrolle und Bewertung der Nutzung Klima und Lüftung, Anpassung Nutzungszeiten.

## III. Beleuchtung

### Maßnahmen EnSikuMaV Beleuchtung:

- Ausschalten von dekorativer Beleuchtung von Gebäuden, Denkmälern u. ä. Objekten;
- Außenbeleuchtung nur zur Abwendung von Gefährdungen, z. B. Straftaten, Stolpern;
- Effektbeleuchtungen und Werbepaneele abschalten, solange diese nicht sicherheitsrelevante Funktionen erfüllen.

### Weitere Maßnahmen für Gleisfeldbeleuchtung, Busabstellfläche, Hallen, Werkstätten und Büros:

- Umstellung auf LED-Leuchtmittel, z. B. als Ersatz für T8-Leuchten:
  - Umstellung auf LED-Lampen, falls der Tausch des Leuchtmittels nicht möglich/sinnvoll;
  - wenn möglich/sinnvoll, Einsatz von Präsenzsteuerungen;
  - nicht erforderliche Beleuchtung von Gebäuden, Denkmälern u. ä. Objekten abschalten;
- Anpassung der Beleuchtung an Mindest-Beleuchtungsstärken (Werkstatt, Außenbereich,...);
- Einsatz von Bewegungsmeldern in Bürozugängen bzw. auf dem Betriebshof;
- Arbeitsplatz- und Werkstattbeleuchtung an die Nutzungsart- und -dauer anpassen; Lager-, Neben- und Technikräume sowie Grubenbeleuchtungen (sofern Sicherheitseinrichtungen dies zulassen) bei Nichtbenutzung ausschalten.

## IV. Komfort:

### Maßnahmen EnSikuMaV

- Dezentrale Geräte zur Warmwasserbereitstellung, wie z. B. Boiler und DLH an Waschtischen zum Händewaschen, außer in den festgelegten ggf. zentralen Sanitärbereichen, in den Bürogebäuden abschalten (EnSikuMaV);

### Weitere Maßnahmen:

- Wasserverbrauch so gering wie möglich halten, z. B. durch den Einsatz von Wasserstopp-Systemen, Nachrüstung selbstschließender Wasserhähne mit Druckknopf sowie Selbstschlussarmaturen bei Duschen → Mitarbeiterinformation;
- Absenkung der Brauchwassertemperatur unter Beachtung von technischen Randbedingungen (Legionellen, ...);
- gemeinsame Nutzung von Duschräumen durch versch. Strukturen;
- gemeinsame Nutzung von Pausenräumen durch versch. Strukturen;
- vorhandene Personenaufzüge an Nutzung und Personenkreis anpassen (für die Fitness und geringeren Stromverbrauch);
- Kühlschränke auf 8 °C einstellen bzw. deren Anzahl reduzieren.

### **V. Stand-by:**

- Reduzierung der Klimatisierung der Serverräume und ggf. Serverkapazitäten;
- Drucker und Kopierer nachts abschalten;
- PC und Monitor bei längerem Verlassen des Arbeitsplatzes abschalten;
- Maschinen und Anlagenteile nicht unnötig laufen lassen;
- Reduzierung der Druckeranzahl, Abschalten nach Arbeitsschluss;
- alle Geräte mit Stand-by-Verbrauch abschalten.

### **VI. Dienstfahrten:**

- Bei Dienstfahrten prüfen, ob der ÖPV oder ein Dienstfahrrad genutzt werden kann;
- Dienstfahrten reduzieren und Routen optimal planen.

---

## Fazit

In Verkehrsbetrieben mit elektrischen Bahnen werden ca. 83 % des gesamten Energieverbrauchs für den Betrieb von Fahrzeugen verwendet. Hier besteht das größte Potenzial.

In elektrisch betriebenen Fahrzeugen werden im Winter und mit Klimatisierung auch im Sommer ca. 50 % des Energiebedarfs für Heizen und Kühlen verwendet. → Großes Potenzial für Energieeinsparung durch Anpassung der Fahrgastraum-Temperatur.

Elektrische Fahrzeuge können theoretisch ca. 50 % der kinetischen Energie zurückgewinnen. Diese entspricht einem Potenzial von ca. 25 % des Gesamtenergiebedarfs für den Fahrbetrieb. Durch Optimierung des Netzes, wie z. B. durch 2-seitige Speisung, Anhebung der Rückspeisepannung, fahrzeugseitige/stationäre Batterien, kann das Potenzial voll ausgeschöpft werden.

Im Netz können Übertragungsverluste durch Anhebung der Netzspannung und bei 2-seitig gespeisten Netzen durch Angleichung der Netzspannung an Trennstellen minimiert werden.

Der Energieverbrauch in betrieblichen Anlagen, wie z. B. Betriebshöfen, Werkstätten, Verwaltungsgebäuden, beträgt „nur“ 17 % des gesamten Energiebedarfs. Hierbei entfallen 10 % auf die Heizung der Gebäude. Durch Absenkung der Raumtemperatur um 4 °C können bereits ca. 24 % an Energie eingespart werden.

Mit der Überprüfung und Planung von Mittel-/Langfristmaßnahmen, wie z. B. die Anhebung der Rückspeisespannung, die Anhebung der Speisespannung sowie die zweiseitige Speisung, sollte jetzt begonnen werden.

Der VDV wird für Mittel-/Langfristmaßnahmen 2023 ein weiteres Positionspapier veröffentlichen.