

Aktualisierung des Vorschlags zur Verbesserung der ETCS-Bremskurven

Update on the proposal for improvements of the ETCS braking curves

Jakub Marek | Ivo Myslivec | Michal Bubenik | Bohumil Drápal

Dieser Artikel enthält einige Korrekturen von Druckfehlern des in SIGNAL + DRAHT (112) 3/2020 veröffentlichten Artikels der Autoren über die Verbesserungen der ETCS-Bremskurven, insbesondere Bild 2 und Formel (2), sowie einige neue Entwicklungen. Die Autoren stellen ihre neue Idee zu Indikationen für den Lokführer vor, die über die Führerstandsanzeige (Driver-Machine Interface, DMI) des ETCS-Fahrzeuggerät angezeigt werden. Der vorliegende Artikel spiegelt dies ebenfalls wider und ist daher operativer ausgerichtet. Die Möglichkeit, die Bremsaufbauzeit zu verkürzen, was hilfreich ist, wenn die erforderliche Geschwindigkeitsreduzierung gering ist, wird auch erwähnt.

1 Korrekturen der Druckfehler des vorhergehenden Artikels

In diesem Abschnitt erhält der Leser die richtigen Informationen, die im vorhergehenden Artikel der Autoren in SIGNAL + DRAHT (112) 3/2020 hätten veröffentlicht werden sollen [1]. Die Redaktion hat sich bereits dafür entschuldigt.

1.1 Die korrekte Abbildung 2

Die korrekte Abb. 2, deren Ziel es ist, unseren neuen Ansatz zu erläutern, der es ETCS ermöglicht, den Einfluss der aktuellen Verzögerung des Zuges (A_{est}) oder zumindest seines vertrauenswürdigen Teils ($A_{trusted}$) auf die Standorte der ETCS-Überwachungsgrenzen zu berücksichtigen, ist auf S. 50 oben.

1.2 Die korrekte Formel (2)

Die korrekte Formel (2), die für einen Zug gilt, der zum Zeitpunkt der Berechnung gemäß dem aktuellen ETCS-Ansatz beschleunigt ($A_{est} > 0 \text{ m/s}^2$) [2], lautet wie folgt:

$$d_{CSM/TSM} = \int_0^{t_{braking}} v(A_{safe}) dt + \int_{t_{braking}}^{t_{braking} + T_{be}} v(A_{est}) dt + \int_{t_{braking} + T_{be}}^{t_{braking} + T_{be} + T_{bs2} + T_{driver} + T_{indication}} V_{est} dt \quad (2)$$

This article provides some corrections of printing errors of the authors' preceding article about the improvements of the ETCS braking curves published in SIGNAL+DRAHT (112) 3/2020, especially Fig. 2 and formula (2), as well as some new developments. The authors introduce their new idea about indications for the driver displayed via Driver-Machine Interface (DMI) of the ETCS on-board. The present article also reflects on this and thus is more operationally focused. Also; the possibility of how to reduce the brake build up time, which helps when the required speed decrease is small, is mentioned.

1 Corrections of the printing errors in the preceding article

In this section, the reader is provided with the correct information which should have been published in the authors' preceding article in SIGNAL+DRAHT (112) 3/2020 [1]. The editors have already apologised for this.

1.1 The correct Figure 2

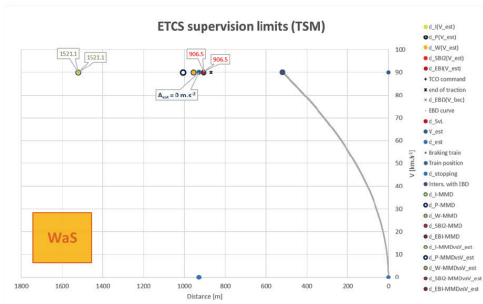
The correct Fig. 2, whose aim is to explain our new approach, allowing ETCS to consider the influence of the current deceleration of the train (A_{est}), or at least its trusted part ($A_{trusted}$), on the locations of the ETCS supervision limits, is on p. 50.

1.2 The correct formula (2)

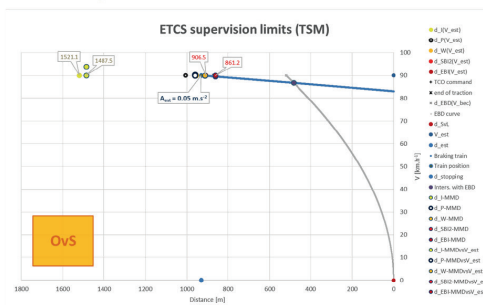
The correct formula (2), which is valid for a train which is accelerating ($A_{est} > 0 \text{ m/s}^2$) at the time the calculation is made according to the current ETCS approach [2], is the following:

$$d_{CSM/TSM} = \int_0^{t_{braking}} v(A_{safe}) dt + \int_{t_{braking}}^{t_{braking} + T_{be}} v(A_{est}) dt + \int_{t_{braking} + T_{be}}^{t_{braking} + T_{be} + T_{bs2} + T_{driver} + T_{indication}} V_{est} dt \quad (2)$$

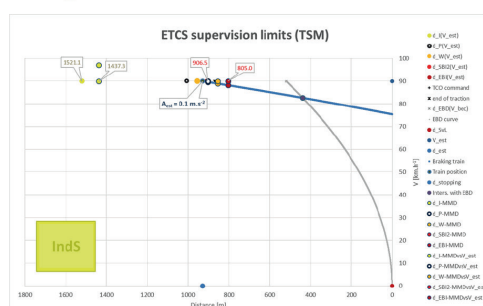
1. $A_{est} = 0 \text{ m.s}^{-2}$, Warning Status (WaS) - Warnung



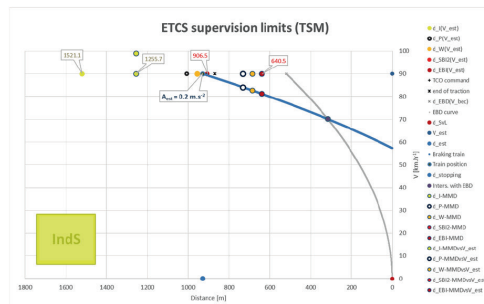
2. $A_{est} = 0.05 \text{ m.s}^{-2}$, Overspeed Status (OvS) - Übertempo



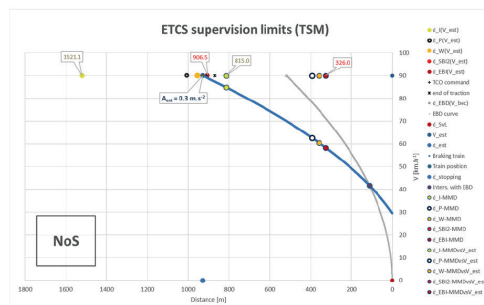
3. $A_{est} = 0.1 \text{ m.s}^{-2}$, Indication Status (IndS) - Anzeige



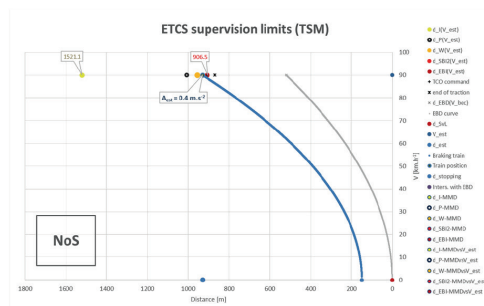
4. $A_{est} = 0.2 \text{ m.s}^{-2}$, Indication Status (IndS) - Anzeige



5. $A_{est} = 0.3 \text{ m.s}^{-2}$, Normal Status (NoS) - Normal



6. $A_{est} = 0.4 \text{ m.s}^{-2}$, Normal Status (NoS)* - Normal



* No intersection of the curve representing the braking train (A_{est}) with the EBD curve (A_{safe}) of the same train, so there is no need for ETCS to act (i.e. no intervention, no indication), which is not the case with the current calculations.

/
*) Kein Schnittpunkt der Kurve, die den bremsenden Zug darstellt (A_{est}), mit der EBD-Kurve (A_{safe}) desselben Zuges, sodass ETCS nicht einsetzen muss (d.h. kein Eingriff, keine Indikation), was bei der aktuellen Berechnungen nicht der Fall ist.

Korrekttes Bild 2:
Demonstration der Auswirkung der Bremsstufe (A_{est}) des Zuges auf die Positionen der entsprechenden Überwachungsgrenzen, wenn dies von dem ETCS-Fahrzeuggerät berücksichtigt wird (unter Verwendung der neu vorgeschlagenen Berechnungen)

Correct Fig. 2: A demonstration of the influence of the train's braking level (A_{est}) on the locations of the related supervision limits, when considered by the ETCS on-board (using the newly proposed calculations)

1.3 Korrekte Einheiten für Geschwindigkeit und Beschleunigung/Verzögerung

Die richtige Einheit für die Geschwindigkeit lautet entweder „km/h“ oder „km.h⁻¹“ und für die Beschleunigung entweder „m/s²“ oder „m.s⁻²“.

2 Einführung in die Weiterentwicklungen zu den Vorschlägen zur Verbesserung der ETCS-Bremskurven

Die Autoren möchten diese Gelegenheit nutzen, um einige neue Entwicklungen vorzustellen, da sie ihre Forschung zu diesem Thema fortgesetzt haben. Dieses Kapitel ist in zwei Teile gegliedert: Kapitel 2.1, das operativer ausgerichtet ist (beschreibt einen neu-

1.3 The correct units for speed and acceleration/deceleration

The correct unit for speed can be either “km/h” or “km.h⁻¹” and for acceleration either “m/s²” or “m.s⁻²”.

2 Introduction to the further developments on the proposals of the ETCS braking curves improvement

The authors would like to use this occasion to present some new developments, as they have continued their research on the topic. This chapter is divided into two parts: chapter 2.1 which is more operationally focused (describes a new proposal of indications to be given to the driver, which are needed with the new proposal [1], especially for the case when

en Vorschlag für Angaben, die dem Lokführer zu übermitteln sind und die mit dem neuen Vorschlag [1] benötigt werden, insbesondere für den Fall, dass es keinen Schnittpunkt der Parabel des bremsenden Zuges mit der EBD/SBD-Kurve gibt), und Kapitel 2.2, in dem eine neue Reduzierung der äquivalenten Bremsaufbauzeit /von der rechten Seite/ (die für kleine Geschwindigkeitsabnahmen nützlich ist, wenn nur ein Teil des gesamten Bremsaufbauprozesses gebraucht wird) vorgeschlagen wird.

2.1 Neuer Vorschlag für Lokführerindikationen (DMI)

Die Autoren haben neue Indikationen für den Lokführer vorgeschlagen, die über das DMI (Driver-Machine Interface) des ETCS-Fahrzeuggerät mit dem neuen Vorschlag [1] auf dem Display angezeigt werden sollen, damit in diesem Artikel eine operativere Sicht auf die vorgeschlagenen Änderungen dargestellt werden kann – sehen Sie sich die unterschiedliche Fahreransicht für dasselbe Betriebsszenario in Tab. 1 an. Hier ist eine Annäherung an das Ziel (EOA/SvL) dargestellt. Bitte beachten Sie, dass nur die aus der EBD-Kurve abgeleiteten ETCS-Überwachungsgrenzen dargestellt werden, da sie in diesem Szenario am restriktivsten sind (gültig für den in [1] angegebenen Zug).

In Tab. 1 ist zu sehen, wie der Lokführer die Indikation (gelbe Farbe) erhält, die ihn/sie zum Bremsen auf das angezeigte Ziel auffordert (siehe Schritt *b*)). Er/sie tut dies in diesem Szenario. Nach Ablauf der Bremsreaktionszeit beginnt die Bremskraft zuzunehmen (bitte beachten Sie, dass dieser Vorgang im Szenario vereinfacht wird – diese Erhöhung würde in der Realität einige Zeit/Distanz in Anspruch nehmen). Mit dem aktuellen ETCS [2] (siehe weitere Schritte) erhält er/sie weiterhin die Indikation (gelb, und später auch mit orangefarbener Farbe [überhöhte Geschwindigkeit] während mit dem neuen Vorschlag [1] er/sie die **neue Indikation** sehen kann (**hell/dunkelgrau**, die die Zielgeschwindigkeit anzeigt) und die Indikationsmarkierung (gelbe horizontale Linie im Planungsgebiet), die sich vom Zug weg bewegt, bis sie verschwindet, was bedeutet, dass er/sie jetzt **ausreichend bremst**, so dass der Zug vor dem Ziel zum Stillstand kommt (siehe den Fuß der blauen Parabel). Es ist auch erkennbar, dass das aktuelle ETCS [2] den Lokführer warnt, dass er zu schnell fährt (erstens optisch; zweitens auch akustisch – siehe Schritt *e*)), wo beides zutrifft), während dies beim neuen Ansatz [1] nicht der Fall ist, da ETCS weiß, dass der Zug gut vor dem Ziel zum Stillstand kommt (siehe Fuß der blauen Parabel). In dieser Situation haben wir bereits vorgeschlagen, den Normalstatus (NoS) in TSM zu verwenden (siehe [1] oder das korrekte Bild 2 auf S. 50), und jetzt schlagen wir in diesem NoS vor, dem Lokführer die Zielinformationen anzuzeigen, d.h. analoge Entfernungsanzeige zum Ziel, digitale Entfernungsanzeige zum Ziel und die Zielgeschwindigkeit. Wir schlagen vor, die ersten beiden wie gewohnt in TSM (Target Speed Monitoring), die letzten dagegen auf dem CSG (Circular Speed Gauge) anzuzeigen – siehe die Grenze zwischen Hell- und Dunkelgrau in Bild 1 (d.h. $V_{\text{target}} = 0$ km/h in diesem Fall):

Um die **angezeigte zulässige Geschwindigkeit bei Annäherung an ein Ziel schrittweise zu verringern**, schlagen wir die **Verwendung der GUI-Kurve** (Guidance) vor, die in den aktuellen ETCS-Spezifikationen gut etabliert ist [2]. Sie kann auch automatisch abgeleitet werden, z. B. aus der EBD/SBD-Kurve in Abhängigkeit vom Ziel.

Falls der Lokführer die Bremse in dem oben beschriebenen Szenario ausgelöst hat, so dass es erneut zu einem Schnittpunkt der Parabel des bremsenden Zuges mit der EBD/SBD-Kurve kommt, gibt es erneut die ETCS-Überwachungsgrenzen, welche die Indikation oder eine der restriktiveren Status der ETCS-Aufsicht auslösen könnten. Auf diese Weise würde das fahrzeugseitige ETCS

there is no intersection of the braking train's parabola with the EBD/SBD curve) and chapter 2.2 which proposes a new reduction of the equivalent brake build up time /from the right-hand side/ (which is useful for small speed decreases where only part of the whole brake build up process is needed).

2.1 New proposal of driver's indications (DMI)

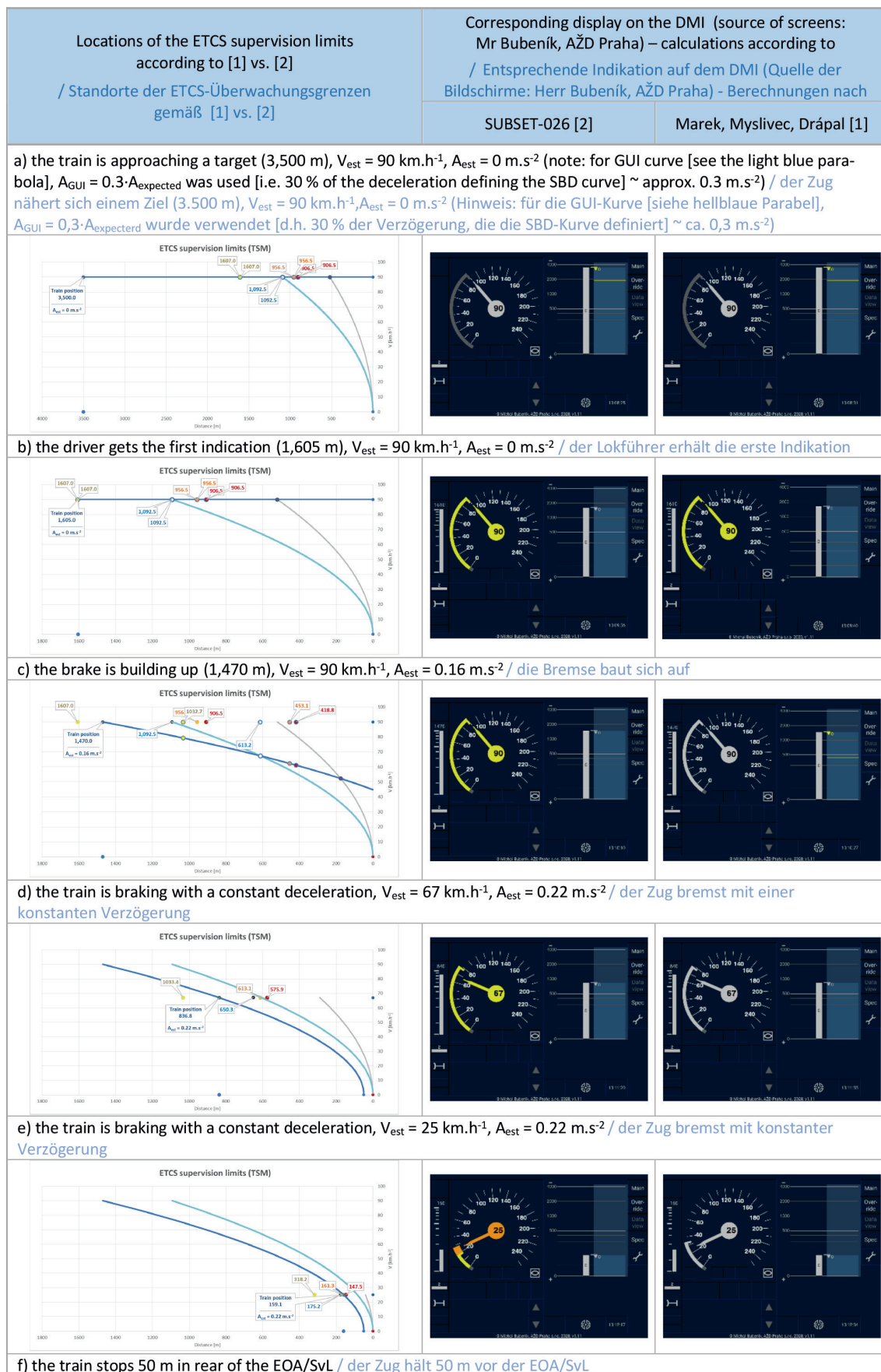
The authors have proposed new indications for the driver to be presented on the display via the DMI (Driver-Machine Interface) of the ETCS on-board with their new proposal [1] so that more operationally focused view of the proposed changes can be presented in this article – see the different driver's view on the same operational scenario in Tab. 1. An approach to the target (EOA/SvL) is depicted here. Please note that only the ETCS supervision limits derived from the EBD curve are depicted as they are the most restrictive in this scenario (valid for the train specified in [1]).

In Tab. 1, there can be seen how the train driver gets the indication (yellow colour) that invites him/her to brake to the displayed target (see step *b*)). He/she does so in this scenario. Once the brake reaction time has elapsed, the brake force starts to increase (please note that this process is simplified in the scenario – this increase would take some time/distance in reality). With the current ETCS [2] (see further steps), he/she still gets the indication (yellow, and later also with orange [overspeeding] colour), while with the new proposal [1], he/she can see the **new indication** (light/dark grey colour, indicating the target speed) and the indication marker (yellow horizontal line in the planning area) moving away from the train until it disappears, which means that now, he/she is **braking enough** so that the train reaches a standstill in rear of the target (see the foot of the blue parabola).

It can also be seen that the current ETCS [2] warns the driver that he/she is overspeeding (firstly, optically; secondly, also acoustically – see step *e*)) where both apply) while this is not the case with the new approach [1] because ETCS knows that the train reaches a standstill well in rear of the target (see the foot of the blue parabola). In this situation, we have already proposed using Normal Status (NoS) in TSM (see [1] or the correct Fig. 2 on p. 50) and now, in this NoS, we propose displaying the target information to the driver, i.e. distance to target bar, distance to target digital, and target speed. The first two, we propose being displayed as usual in TSM (Target Speed Monitoring); while the last one, we propose being displayed on the CSG (Circular Speed Gauge) – see the border between light and dark grey in fig. 1 (i.e. $V_{\text{target}} = 0$ km/h in this case):

Also; in order to **gradually reduce the displayed Permitted speed** on approach to a target, we propose **using the GUI** (Guidance) **curve**, which is well established in the current ETCS specifications [2]. It can also be derived automatically, e.g. from the EBD/SBD curve depending on the target.

In case the driver released the brake in the scenario described above so that there would again be an intersection of the braking train's parabola with the EBD/SBD curve, there would again be the ETCS supervision limits that could trigger the indication or any of the more restrictive statuses of the ETCS supervision. In this way, the ETCS on-board would again provide a safe reaction to avoid the overpassing of the EBD/SBD curve (see e.g. step *a*) or *b*)) where the train is not braking [i.e. the brake is fully released with the authors' new approach] and where the ETCS supervision limits of the new approach [1] are the same as those of the current approach [2]).



wieder eine sichere Reaktion bieten, um das Überfahren der EBD/SBD-Kurve zu vermeiden (siehe z. B. Schritt a) oder b), wo der Zug nicht brems [d.h. die Bremse wird mit dem neuen Ansatz des Au-

2.2 New proposal of reduction of the brake build up time
In [1]; beside the usage of the train's estimated deceleration (A_{est}) for the calculation of the ETCS supervision limits, the au-

Tab. 1: Beispiel für den Zug (siehe [1]), der sich unter voller Aufsicht des ETCS im FS-Modus einem Ziel (EOA/SvL) nähert
Tab. 1: Example of the train (see [1]) approaching a target (EOA/SvL) under the ETCS's full supervision, in FS mode

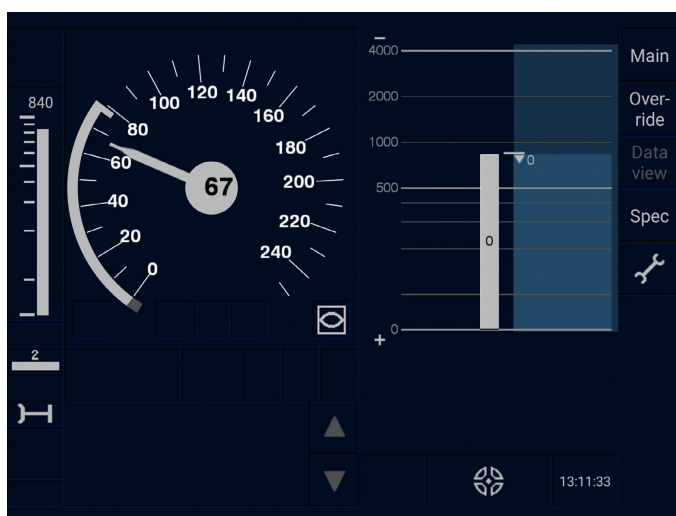


Bild 1: Vorschlag neuer DMI-Indikationen an den Lokführer, die im Normalstatus (NoS) der Zielgeschwindigkeitsüberwachung (TSM) angezeigt werden sollen.

Fig. 1: Proposal of new DMI indications to the driver to be displayed in Normal Status (NoS) of Target Speed Monitoring (TSM)

tors vollständig ausgelöst] und wo die ETCS-Überwachungsgrenzen des neuen Ansatzes [1] mit denen des aktuellen Ansatzes [2] übereinstimmen).

2.2 Neuer Vorschlag zur Reduzierung der Bremsaufbauzeit

In [1] schlugen die Autoren neben der Verwendung der geschätzten Verzögerung (A_{est}) des Zuges für die Berechnung der ETCS-Überwachungsgrenzen vor, die äquivalente Bremsaufbauzeit zu reduzieren, wenn der Zug bereits bremst, d.h. $T_{brake\ build\ up} = f(A_{est})$.

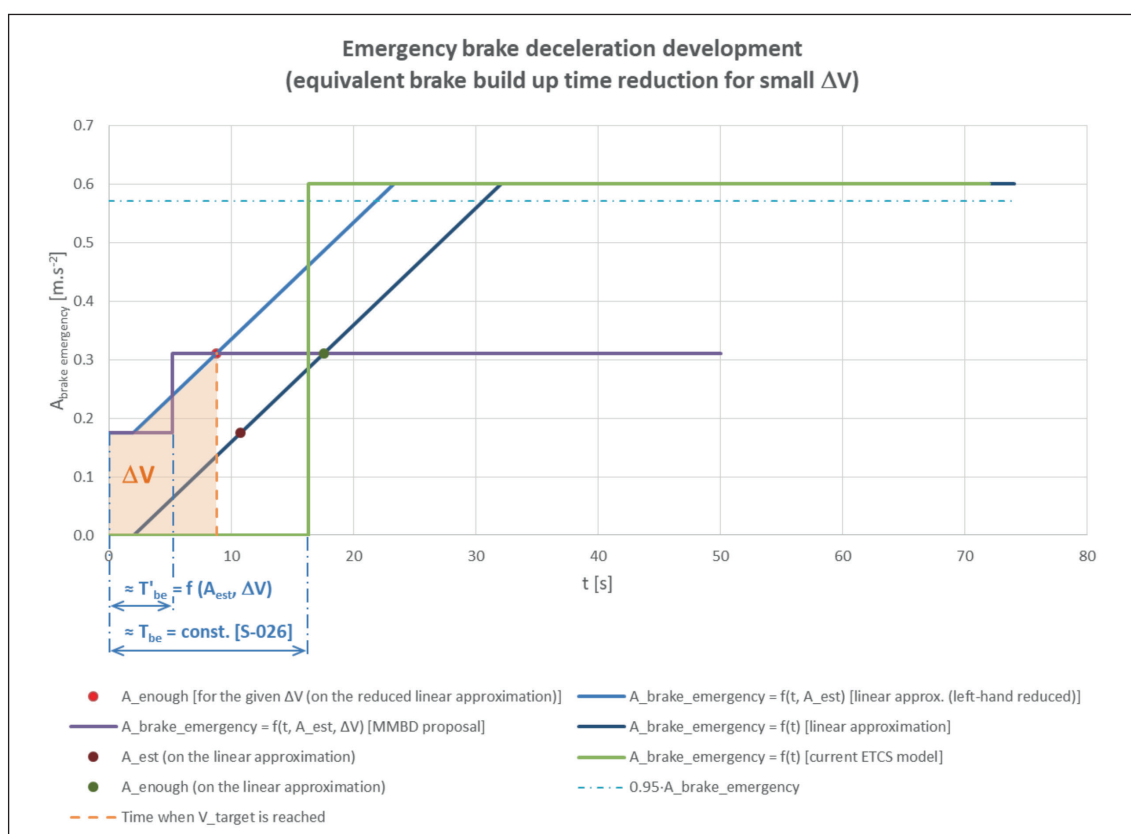
thors proposed to reduce the equivalent brake build up time when the train is already braking, i.e. to make $T_{\text{brake build up}} = f(A_{\text{est}})$ (see fig. 4 in [1]). Here, we have another proposal to reduce the equivalent brake build up time for trains not braking or not braking sufficiently, especially when they need to reduce their speed only a little, i.e. to make also $T_{\text{brake build up}} = f(\Delta V)$, which would cover the cases when the required speed decrease is small enough so that the whole brake build up process does not occur (see fig. 2).

This new proposal would mean that ETCS should determine the (equivalent) brake build up time ($T_{\text{brake build up}}$) for every calculation of the ETCS supervision limits. Meaning it needs first to consider A_{est} in the brake build up process as proposed in [1] (i.e. limiting $T_{\text{brake build up}}$ from the left-hand side); then, to test what part of the brake build up process is truly needed to happen to decrease the speed below the target one as proposed in this update (i.e. to possibly limit $T_{\text{brake build up}}$ from the right-hand side). Based on these considerations, the ETCS on-board should determine the $T_{\text{brake build up}}$ used in the calculations of the ETCS supervision limits (as T_{bc} , T_{bs}). **This reduction would again shift all the ETCS supervision limits to be further ahead of the train, closer to the target.**

With the new proposal [1], the aforementioned calculations are necessary to be made only when there is an intersection of the train's braking parabola with the EBD/SBD curve found. If there is no intersection, the new indications to the driver – introduced in this article – are necessary (see Tab. 1, steps *d*) and *e*)), as well as in the case the ETCS on-board is in TSM but in rear of the Indication supervision limit, which could happen with this new proposal (see Tab. 1, step *c*)). Please note that both (i.e. new indications to the driver /DMI/ as well as the brake build up time reduction for small speed decreases) have already been published by the authors in [4].

Bild 2: Vorschlag der Reduzierung der äquivalenten Bremsaufbauzeit für kleine ΔV (Erläuterung: Der Bereich unter der Kurve $A_{\text{brake emergency}}(t)$ und über der Achse t ist gleich der Geschwindigkeitsdifferenz ΔV)

Fig. 2: Proposal of the equivalent brake build up time reduction for small ΔV (explanatory note: the area below the curve of $A_{\text{brake emergency}}(t)$ and above the axis t is equal to the speed difference (ΔV))



(s. Bild 4 in [1]). Hier haben wir einen weiteren Vorschlag, um die äquivalente Bremsaufbauzeit für Züge zu reduzieren, die nicht oder nicht ausreichend bremsen, insbesondere wenn sie ihre Geschwindigkeit nur geringfügig reduzieren müssen, d.h. auch den $T_{\text{brake build up}} = f(\Delta V)$, was die Fälle abdecken würde, in denen die erforderliche Geschwindigkeitsabnahme klein genug ist, so dass nicht der gesamte Bremsaufbauprozess stattfindet (s. Bild 2). Dieser neue Vorschlag würde bedeuten, dass ETCS die (äquivalente) Bremsaufbauzeit ($T_{\text{brake build up}}$) für jede Berechnung der ETCS-Überwachungsgrenzen bestimmen sollte. Das heißt, es muss zuerst A_{est} im Bremsaufbauprozess berücksichtigt werden, wie in [1] vorgeschlagen (d.h. Begrenzung des $T_{\text{brake build up}}$ von der linken Seite), um dann zu testen, welcher Teil des Bremsaufbauprozesses wirklich erforderlich ist, um die Geschwindigkeit unter die in diesem Update vorgeschlagene Zielgeschwindigkeit zu senken (d.h. um möglicherweise den $T_{\text{brake build up}}$ von der rechten Seite aus zu begrenzen). Basierend auf diesen Überlegungen sollte das fahrzeugseitige ETCS den $T_{\text{brake build up}}$ bestimmen, der bei der Berechnung der ETCS-Überwachungsgrenzen verwendet wird (wie T_{be} , T_{bs}). **Diese Reduzierung würde erneut alle ETCS-Überwachungsgrenzen verschieben, um weiter vor dem Zug und näher am Ziel zu sein.**

Mit dem neuen Vorschlag [1] müssen die oben genannten Berechnungen nur durchgeführt werden, wenn ein Schnittpunkt der Bremsparabel des Zuges mit der gefundenen EBD/SBD-Kurve vorliegt. Wenn es keinen Schnittpunkt gibt, sind die in diesem Artikel eingeführten neuen Indikationen für den Lokführer erforderlich (siehe Tab. 1, Schritte d) und e)) sowie für den Fall, dass sich das fahrzeugseitige ETCS in TSM befindet, jedoch vor dem Grenzwert für die Indikation, was bei diesem neuen Vorschlag geschehen könnte (siehe Tab. 1, Schritt c)). Bitte beachten Sie, dass beide (d.h. neue Angaben zum Lokführer /DMI/ sowie die Reduzierung der Bremsaufbauzeit für kleine Geschwindigkeitsabnahmen) bereits von den Autoren veröffentlicht wurden in [4].

3 Schlussfolgerungen

Der Artikel enthält – neben einigen Korrekturen von Druckfehlern des vorhergehenden Artikels [1] – auch einen Vorschlag für **neue Indikationen im Normalstatus (NoS in TSM)**, die zusammen mit den neuen Berechnungen der ETCS-Bremskurven (siehe [1]) verwendet werden sollen, sowie einen Vergleich zwischen dem neuen Ansatz (unter Verwendung der neu vorgeschlagenen Indikationen) und dem aktuellen Ansatz von ETCS. Mit dem neuen Ansatz erhält der Lokführer nur eine Indikation (gelbe Farbe), wenn das fahrzeugseitige ETCS auf TSM umschaltet. Wenn er/sie dann ausreichend zu bremsen beginnt, wird er/sie durch die neue Indikation (grau) zum Stillstand oder zur Zielgeschwindigkeit geführt (siehe Tab. 1).

Daneben wird in dem vorliegenden Artikel auch **die erweiterte Möglichkeit der Verkürzung der Bremsaufbauzeit für erforderliche kleine Geschwindigkeitsabnahmen** gezeigt, die bereits in [4] präsentiert wurde. Dies hilft (d.h. verschiebt alle ETCS-Überwachungsgrenzen, um weiter vor dem Zug zu sein), da die Geschwindigkeit abnimmt, wenn der gesamte Bremsaufbauprozess nicht stattfindet, sondern nur ein Teil davon.

Die Autoren glauben, dass das beschriebene **Verhalten**, dessen Ziel es ist, die **Annäherung an ein Ziel unter der ETCS-Aufsicht zu verbessern**, bald diskutiert und möglicherweise in den ETCS-Spezifikationen implementiert wird, idealerweise in der Aktualisierung/Überarbeitung der CCS-TSI 2022. ■

3 Conclusions

The article contains – beside some corrections of printing errors of the preceding article [1] – also a proposal of **new indications in Normal Status (NoS in TSM)** to be used together with the new calculations of the ETCS braking curves (see [1]) as well as a comparison between the new approach (using the newly proposed indications) and the current approach of ETCS. With the new approach, the driver gets only one indication (yellow colour) when the ETCS on-board switches to TSM. If then he/she starts to brake enough, he/she is led by the new indication (grey) to a standstill or a target speed (see tab. 1).

Beside the above, also the **extended possibility of reduction of the brake build up time for required small speed decreases**, already presented in [4], is shown in the present article. This helps (i.e. shifts all the ETCS supervision limits to be further ahead of the train) for the speed decreases when the whole brake build up process does not occur, only part of it does.

The authors believe that the described **behaviour** whose aim is to **improve approaching any target under the ETCS supervision** will be discussed and possibly implemented in the ETCS specifications soon, ideally in the 2022 CCS TSI update/revision. ■

LITERATUR | LITERATURE

- [1] Marek, J. ; Myslivec, I. ; Drápal, B.: Modell der ETCS-Bremskurven: Verbesserungsvorschlag für bereits bremsende Züge | The ETCS braking curves model: Proposal for improvements for already braking trains. In SIGNAL + DRAHT (112) 3/2020. Hamburg: DVV Media Group GmbH, 2020. S. 36–46. ISSN 0037-4997.
- [2] ERA - UNISIG - EEIG ERTMS USERS GROUP. ERTMS/ETCS - System Requirements Specification. SUBSET-026, Ausgabe 3.6.0 (Baseline 3 Release 2). Brussels: European Commission (EC), 2016. 701 p.
- [3] ERA. ERTMS/ ETCS Driver Machine Interface. ERA_ERTMS_015560, Ausgabe 3.6.0 (Baseline 3 Release 2). Brussels: European Commission (EC), 2016. 263 p.
- [4] Marek, J. ; Myslivec, I. ; Bubeník, M.: Návrhy úprav funkčního chování ERTMS/ETCS při dohledu cíle na generické úrovni. In Vědeckotechnický sborník Správy železnic č. 2/2020. Prag: Správa železnic, státní organizace, 2020. S. 83–107. ISSN 2694-9172.

AUTOREN | AUTHORS

Dipl.-Ing. Jakub Marek, Ph.D., MIRSE

ERTMS/ETCS Engineer

AŽD Praha s.r.o.

Anschrift/Address: Žirovnická 3146/2, Záběhlce, 106 00 Praha 10, CZ

E-Mail: marek.jakub@azd.cz

Dr.-Ing. Ivo Myslivec

ATO Engineer

AŽD Praha s.r.o.

Anschrift/Address: Žirovnická 3146/2, Záběhlce, 106 00 Praha 10, CZ

E-Mail: myslivec.ivo@azd.cz

Dipl.-Ing. Michal Bubeník

Software Engineer

AŽD Praha s.r.o.

Anschrift/Address: Žirovnická 3146/2, Záběhlce, 106 00 Praha 10, CZ

E-Mail: bubenik.michal@azd.cz

Dipl.-Ing. Bohumil Drápal

Head of Brake Systems Department

VUZ, Institut für Eisenbahnforschungen AG

Anschrift/Address: Novodvorská 1698, Braník, 142 01 Praha 4, CZ

E-Mail: drapalb@cdvuz.cz