

STORYCARD · TEIL 4 · VIERQUADRANTENBETRIEB UND BREMSENERGIE · SPRINT 3

Wohin mit der Energie, wenn die Bahn bremst?

Der Motor ist ausgewählt. Jetzt geht es um die Hälfte der Fahrt, über die im Lastenheft kaum jemand spricht: das Bremsen. Heute heizt jede Bremsung der alten Bahn die Luft über dem Vorfeld. Ihr klärt, in welchen Quadranten der neue Fahrtrieb arbeitet, und plant, wohin die Bremsenergie künftig fließt.

Sprint 3

18 Stunden

Lernangebot 6 und 7

Als Ingenieurbüro **möchten wir** den Arbeitsbereich des neuen Fahrtriebs in allen vier Quadranten beschreiben und ein Konzept für die Bremsenergie vorlegen, **damit** die Leitung Bahnbetrieb entscheiden kann, wie viel Energie die alte Bahn künftig zurückgewinnt, statt sie auf dem Dach zu verheizen, und damit jeder Zug trotzdem sicher bremst.

DAS LIEFERT IHR AB

- **Lernprodukt 6:** Vierquadrantenkonzept für den Musterzug
- **Lernprodukt 7:** Bremsenergie-Konzept mit Empfehlung
- Wissensspeicher-Blatt mit drei Prüffragen

AKZEPTANZBEDINGUNGEN

Vom Kunden. Die Karte ist erst fertig, wenn alle Punkte im Review abgenommen sind. Ein Zurück ohne Begründung zählt nicht.

- | | |
|--|--|
| ☐ Die Vorzeichenregel ist festgelegt und gilt in allen Unterlagen des Teams. | ☐ Die Energiebilanz je Umlauf (voll) und je Jahr (mittlere Besetzung) ist aufgestellt, der rückspeisbare Anteil ist beziffert. |
| ☐ Das Vierquadrantendiagramm zeigt die Grenzkennlinie und das Fahrspiel hin und zurück, mit Achsen, Größen und Einheiten. | ☐ Der Bremswiderstand ist dimensioniert: Bremsleistung, Widerstandswert, Strom, Spitzen- und Mittelleistung, Aufteilung auf die beiden Wagen begründet. |
| ☐ Alle Betriebsfälle aus dem Lastenheft (M1) sind für beide Fahrtrichtungen einem Quadranten zugeordnet, mit Vorzeichen von M und n und dem Betriebszustand (treibend oder bremsend). | ☐ Der stationäre Speicher ist überschlägig dimensioniert: Nutzenergie, Spannungsfenster, Kapazität. |
| ☐ Der Leistungsfluss ist je Quadrant beschrieben, mit Wirkungsgraden und mindestens einem Zahlenbeispiel im Motor- und im Generatorbetrieb. | ☐ Mindestens drei Bremskonzepte sind nach Energie, Kosten, Aufwand und Betriebssicherheit verglichen, mit Einsparung je Jahr und Amortisation. |
| ☐ Alter und neuer Fahrtrieb sind gegenübergestellt: Richtungswechsel, Bremsen, Weg der Bremsenergie. | ☐ Die Empfehlung an die Leitung Bahnbetrieb ist begründet und nennt, was sie voraussetzt. |
| | ☐ Das Wissensspeicher-Blatt ist vollständig. |

Unsere eigenen Kriterien, im Planning mit dem Auftraggeber vereinbart:

KREUZREVIEW

AUFTRAGGEBER

DATUM

UNSER SPRINTZIEL, IN EIGENEN WORTEN

Die Lage ändert sich · Lernangebot 6. Der Bahnbetrieb prüft, hinter Station B eine Wendeschleife zu bauen. Die Züge würden dann im Kreis fahren und nicht mehr pendeln; die Rampe läge auf dem Rückweg weiter im Gefälle. Zur Werkstatt müssten die Züge weiterhin ein Stück rückwärts rangieren.

Die Lage ändert sich · Lernangebot 7. Nachts zwischen 0 und 5 Uhr fährt nur ein einziger Zug, und er ist fast leer.



STORYCARD · TEIL 4 · RÜCKSEITE

ANSCHLUSS

DAS BRINGT IHR MIT

- Die Ergebnisse der vorigen Teile

HIER GEHT ES WEITER

- Teil 5 · Hält die Bahn genau vor der Tür?:
Positionier- und Servoantriebe
- Kontrolle Teil 4 und dein Kompetenzmodell im Kurs

KOMPETENZMODELL

Kompetenz aus dem Lehrplan · ... steuern oder regeln Antriebssysteme unter Berücksichtigung der aktuellen Technologiestandards. **Gehört:** du weißt, dass es das gibt. **Verstanden:** du wendest es mit Unterlagen an. **Erklärt:** du bringst es anderen ohne Unterlagen bei. Kreuze im Planning und in der Retrospektive an, mit zwei Farben.

ICH KANN ...	GEHÖRT	VERSTANDEN	ERKLÄRT
... den Arbeitsbereich eines Fährantriebs im M-n-Kreuz darstellen und die vier Quadranten mit den Vorzeichen von Moment und Drehzahl erklären.	☐	☐	☐
... jeden Betriebsfall des Fahrspiels einem Quadranten zuordnen und begründen, wann der Fahrmotor als Motor und wann als Generator arbeitet.	☐	☐	☐
... den Leistungsfluss je Quadrant von der Stromschiene bis zum Rad beschreiben und mit der Wirkungsgradkette berechnen.	☐	☐	☐
... den alten und den neuen Fährantrieb vergleichen: Wendeschalter und Widerstandsbremse gegen Traktionsumrichter mit Zwischenkreis und Bremssteller.	☐	☐	☐
... die Energiebilanz eines Umlaufs und eines Jahres aufstellen und den rückspeisbaren Anteil bestimmen.	☐	☐	☐
... einen Bremswiderstand nach Bremsleistung und Spannungsgrenze dimensionieren und Spitzen- und Dauerleistung unterscheiden.	☐	☐	☐
... einen stationären Speicher über die nutzbare Energie zwischen zwei Spannungsgrenzen überschlägig dimensionieren.	☐	☐	☐
... Bremskonzepte nach Energie, Kosten, Aufwand und Betriebssicherheit vergleichen und das Kosteneinsparpotenzial beziffern.	☐	☐	☐
... mit meinem Team eine Empfehlung zum Bremsenergie-Konzept erarbeiten und sie dem Auftraggeber so begründen, dass er entscheiden kann.	☐	☐	☐
... meine Vermutung von der Startseite zur Bremsenergie mit der Rechnung vergleichen und benennen, was ich anders eingeschätzt habe.	☐	☐	☐

Was bringt mich jetzt am meisten weiter? _____

RETROSPEKTIVE

DAS HAT GETRAGEN

DAS HAT GEBREMST

DAS ÄNDERN WIR IM NÄCHSTEN SPRINT

WO STEHT DIE KARTE?

☐ OFFEN

☐ IN ARBEIT

☐ REVIEW

☐ FERTIG

