

# Das neue druckluftfreie Bremssystem der Siemens Bremse

Diese Innovation ist mehr als eine Alternative zu den seit über 150 Jahren eingesetzten pneumatischen Bremssystemen in Schienenfahrzeugen.

**JENS LICHTERFELD | ROBERT STEINFELDER**

**Die interne Einheit Siemens Bremse setzt mit dem Blickwinkel und der Erfahrung eines Fahrzeugherstellers das optimale Bremssystem für zahlreiche Anwendungen bei Siemens Mobility im Portfolio der MoComp-Familie sehr erfolgreich um. Technologisch setzen bei Bremssystemen noch immer alle Schienenfahrzeughersteller zu meist auf die klassische Druckluftbremse. Ausgangspunkt der Neuentwicklung eines druckluftfreien Bremssystems war das Ziel, eine echte Alternative für die klassischen, auf Druckluft basierenden Bremssysteme zu entwickeln.**

## Funktion und Nutzen

Das innovative druckluftfreie Bremssystem inklusive Gleitschutzfunktion besteht im Wesentlichen aus dem hauseigenen Bremssteuergerät und den elektrisch angesteuerten druckluftfreien, intelligenten Bremsaktuatoren (Abb. 1).

Der gemeinsam mit Liebherr entwickelte, intelligente Bremsaktor besteht aus einer kompakten, abgeschlossenen elektrohydraulischen Einheit sowie dem fahrwerksspezifischen Bremsgestänge und kombiniert alle notwendigen Komponenten zum Bremskraftaufbau.

Der intelligente Bremsaktor ersetzt die Druckluftbremszange und benötigt im Drehgestell keinen zusätzlichen Bauraum. Gleichzeitig können alle pneumatischen Komponenten für die Erzeugung des Bremsdruckes im Wagenkasten entfallen. Die Ansteuerung der Bremse erfolgt rein elektrisch („brake-by-wire“), wodurch auf eine pneumatische Verrohrung vollständig verzichtet werden kann. Durch den Einsatz der druckluftfreien Bremse und dem damit verbundenen Entfall der Komponenten der Druckluftbremse (Druckbehälter, Verrohrung, Ventiltafel, Einzelventile etc.) können Gewicht und benötigter Bauraum für die Bremsausrüstung deutlich reduziert werden. Die Wartungs- und Überholungstätigkeiten des Bremssystems beschränken sich auf den Bremsaktor, welche in vergleichbaren Intervallen wie bei einer Druckluftbremszange durchzuführen

sind. Einstellarbeiten, Prüfung von Druckeinstellungen oder ähnliches sind jedoch nicht mehr nötig, da der intelligente Bremsaktor alle relevanten Werte für den Betrieb eigenständig prüft. Das reduziert im Vergleich zur Druckluftbremse sowohl den Aufwand am Zug als auch in der Werkstatt. Die durchzuführenden Tätigkeiten erfordern dabei keine zusätzliche Qualifikation des Personals.

## Technik und Sicherheit

Die Einbindung des Bremsaktuatoren in den Zug erfolgt mittels einer einfachen elektrischen Schnittstelle. Der Bremsaktor ist mittels CAN Bus mit dem Bremssteuergerät verbunden, über welchen alle notwendigen Sollwerte und Statusinformationen zwischen dem Aktuator und dem Bremssteuergerät ausgetauscht werden. Die fahrzeugspezifische Einbindung des Bremsaktuatoren in die Leittechnik erfolgt über das elektronische Bremssteuergerät. Zusätzlich wird der Bremsaktor direkt in die Sicherheitsschleife des Zuges integriert. Dadurch wird der Bremsbefehl für die Notbremse bzw.

Sicherheitsbremse redundant an den Bremsaktor übermittelt. Die Betriebsbremswerte und die Reduziervorgaben für den Gleitschutz werden über das Bremssteuergerät vorgegeben. Auf Basis der verschiedenen Sollwerte für Betriebsbremse, Notbremse und Gleitschutzvorgaben wird durch die im Bremsaktor integrierte Elektronik der entsprechende Sollwert eingeregelt. Dabei wird zum Druckaufbau die integrierte Motor-Pumpeneinheit und zum Druckabbau das Löseventil betätigt. Um sicherzustellen, dass auch im Fehlerfall (z. B. Spannungsausfall) Bremskraft aufgebaut werden kann, ist je Aktuator ein abgesicherter Druckspeicher integriert. Somit ist die Verfügbarkeit der Notbremse in jedweder Situation sichergestellt. Um den Zug auch im energielosen Zustand dauerhaft sicher abzustellen, wurde ein interner Mechanismus realisiert, der den Bremszylinder mechanisch arretiert und die notwendige Parkbremskraft dauerhaft zur Verfügung stellt.

Bei der Auslegung der einzelnen Komponenten wurde darauf geachtet, dass die Zeiten für den Druckaufbau und Druckabbau so kurz wie



**Abb. 1:** Bremsaktor



Abb. 2: X-Wagen der Wiener Linien

Quelle aller Abb.: Siemens Mobility GmbH

möglich sind, wodurch sich die Regelzeiten im Vergleich zur Druckluftbremse wesentlich verbessern. Außerdem kann die Bremskraft beim Gleiten der Räder durch das analoge Reduziersignal stufenfrei geregelt werden. Durch die wesentlich schnelleren Regelzeiten und die analoge Steuerung der Bremskraft durch den Gleitschutz des druckluftfreien Systems ist es im Falle schlechter Schienenverhältnisse möglich, den Schlupf der einzelnen Achsen besser zu regeln bzw. die Achsen schneller zu entbremsen. Dadurch werden die Bremswegverlängerungen sowie die Radlauffläschenschädigungen minimiert. Die deutlich kürzeren Ansprechzeiten zum Lösen der Bremse ermöglichen es zudem, die Zeiten vom Fahrbefehl bis zum tatsächlichen Bewegen des Zuges um mindestens eine Sekunde zu reduzieren.



Abb. 3: Mehr Informationen hier

Durch die kürzeren Anfahrzeiten der Züge kann die Verweildauer in den Stationen nach dem Schließen der Türen optimiert und damit der Betrieb vor allem in automatisierten Systemen beschleunigt werden.

Für den Betreiber bzw. das Betriebspersonal ist es möglich, die Bremse mittels eines elektrischen Signals zu lösen. Dadurch ist es je nach Bedarf möglich, entweder jeden Aktuator einzeln, ein Fahrwerk oder einen Wagen elektrisch zu lösen. Zum Erfassen des gelösten Aktuators dient ein Rückmeldekontakt, mittels dessen der Zustand (Bremse angelegt / Bremse gelöst) über einen Leuchtmelder angezeigt werden kann. Dadurch können einfache Bedienkonzepte für die einzelnen Betriebsszenarien wie Schieben und Schleppen für den Betreiber umgesetzt werden. Zusätzlich kann durch geschickte Einbindung in die Fahrzeugsteuerung das Lösen der Bremse auch automatisiert durch die Bremssteuerung erfolgen. Diese kann dann im Falle einer betriebsbeeinflussenden Störung den Aktuator automatisch deaktivieren. Dadurch wird bei Störung eines Bremsaktuators die Notwendigkeit von Bedienhandlungen Abhilfemaßnahmen durch den Fahrzeugführer minimiert und die Anzahl von betriebseinschränkenden Störungen

## i

### Siemens Bremse

Seit Gründung der Einheit im Jahr 2003 werden in verschiedensten Projekten (u. a. alle Metro-Projekte seit 2003) pneumatische Bremssysteme durch die Siemens Bremse realisiert. Hierbei wird ausschließlich das hauseigene, steuerungstechnische Herzstück, die elektronische Brems- und Gleitschutzsteuerung (SIBAS GS Kompakt) eingesetzt. Höchste Qualität und Zuverlässigkeit werden durch den Einsatz modernster Tools und der engen Zusammenarbeit mit bahnerfahrenen Lieferanten erreicht. Für eine lückenlose Betreuung über die gesamte Projektlaufzeit inklusive der Ersatzteilversorgung arbeiten qualifizierte und erfahrene Mitarbeiter an den Standorten Erlangen, Krefeld, Wien und Graz. Das hauseigene Test Center verfügt über Prüfstände für realitätsnahe Fahrzeugsimulationen und entsprechende Komponenten- und Systemtests sowie eine akkreditierte Prüfstelle nach DIN EN ISO/IEC 17025.

gen reduziert. Zusätzlich ist, wie von der Druckluftbremse gewohnt, auch ein manuelles Lösen mittels Bowdenzugs oder direkt über einen Hebel am Aktuator möglich.

Um die notwendigen Sicherheitsaspekte einer Reibungsbremse für Schienenfahrzeuge, die sowohl als Betriebsbremse, Betriebssatzbremse oder Notbremse genutzt wird, zu erfüllen, wurde das Bremssystem inklusive Bremsaktuator nach den höchsten Sicherheitsstandards (bis zu Sicherheits-Integritätslevel (SIL) 4) entwickelt. Dabei wurden die Erfahrungen und Kompetenzen von Siemens aus der Bahntechnik und von Liebherr aus Luft- und Raumfahrt erfolgreich kombiniert.

Die für den sicheren Betrieb notwendigen Bremstests sind in einem Hochlauftest zusammengefasst. Dieser erfolgt nach dem Einschalten der Spannungsversorgung des Systems und kann damit komplett unabhängig von der Druckluft erfolgen. Im Zuge des Hochlauftests werden alle Funktionen des Aktuators sowie alle sicherheitsrelevanten Aspekte geprüft und anschließend wird der interne Speicher geladen. Das Bremssystem ist somit nach kurzer Zeit betriebsbereit und der Zug damit fahr- und bremsfähig. Das verbleibende Druckluftsystem kann parallel und unabhängig vom Bremssystem aktiviert werden. Dadurch kann unter Berücksichtigung kundenspezifischer Betriebsaspekte die Zugbereitschaft nach Einschalten deutlich schneller (weniger als vier Minuten) als bei einem Druckluftbremssystem (ca. 10-15 Minuten) hergestellt werden. Durch den Einsatz des druckluftfreien Bremssystems wird die Druckluftversorgung im Zug lediglich für die verbleibenden Systeme wie z. B. die Luftfeder oder den Pantographen benö-

tigt. In Abhängigkeit von dem jeweiligen Anwendungsfall und unter Berücksichtigung der Projekt- sowie Kundenanforderungen können dadurch weitere Optimierungen realisiert werden. Diese sind unter anderem die Nutzung kleinerer und leichter Kompressoren oder das Abschalten der Kompressoren im Abstellbetrieb, um die Akustikwerte in der Abstellung zu minimieren.

#### Erprobung und Kundennutzen

Die druckluftfreie Bremse wird nach den bisher erfolgten Erprobungen bereits im X-Wagen, einem prestigeträchtigen Serienprojekt der Wiener Linien, eingesetzt.

Die dynamische Inbetriebsetzung des ersten sechsteiligen Metrozuges (Abb. 2) startete im Oktober 2020. Der Fahrgastbetrieb ist für Mitte 2022 geplant.

Damit können die Wiener Linien als weltweit erster Verkehrsbetrieb sowohl im konventionellen Betrieb mit Fahrern als auch später

im automatischen Betrieb auf der neuen Linie U5 von den Vorteilen des Bremssystems profitieren.

Damit künftig auch weitere Kunden und Betreiber das druckluftfreie Bremssystem einsetzen können, müssen die Lastenheftanforderungen dies ermöglichen. Aktuell beinhalten die Lastenhefte vieler Ausschreibungen noch immer explizite Forderungen nach pneumatischen Bremssystemen. Eine Möglichkeit, um den Weg für innovative Lösungen wie dem druckluftfreien Bremssystem freizumachen, besteht darin, die Anforderungen an das Bremssystem in Ausschreibungen funktional zu gestalten.

Mit dieser innovativen Technik und den damit verbundenen Potenzialen, auch über das Bremssystem hinaus, hat Siemens Mobility mehr als eine Alternative zur klassischen Druckluftbremse im MoComp-Portfolio und macht damit einen wesentlichen Schritt hin zum „all electric train“.



#### Jens Lichterfeld

Senior Expert Brakes  
Siemens Mobility GmbH, Erlangen  
jens.lichterfeld@siemens.com



#### Robert Steinfelder

Vice President Siemens Brakes  
Siemens Mobility GmbH, Erlangen  
robert.steinfelder@siemens.com

## Elektrisches Makrofon EM660/370 TSI\*

// unabhängig von Druckluft  
// Features wie z. B.  
Bereitschaftsanzeige

Sprechen Sie uns an!  
rollingstock@zoellner.de // zoellner.de



**ZÖLLNER**  
signal system technologies

NEU

\*entspricht den Anforderungen der TSI LOC&PAS, EN 15153-2 & EN15153-4