

Modell für die Beurteilung der elektrotechnischen Sicherheit urbaner Seilbahnen

Themenbereich 8

Wolfgang EMMER¹, Ernst SCHMAUTZER², Stephan PACK³, Elisabeth HUFNAGL⁴

Motivation und zentrale Fragestellung

Bedingt durch die wachsende Bevölkerung vor allem in Ballungsräumen ergibt sich das Erfordernis von Innovationen in der Stadtentwicklung und Raumnutzung. Neben den üblichen städtischen Verkehrssystemen gewinnen daher Seilbahnen immer mehr Aufmerksamkeit. Allerdings ergeben sich im Rahmen der Planung, des Baus und des Betriebs von Seilbahnen bei der Sicherstellung der elektrischen Sicherheit neue Herausforderungen, wenn sich die Seilbahnen im Nahbereich von vorhandener Infrastruktur befinden und/oder Blitzentladungen ausgesetzt sind. In dieser Arbeit wird einerseits der Energieverbrauch von Seilbahnen, des Individualverkehrs und des öffentlichen Personenverkehrs beleuchtet und anschließend ein Universalmodell zur Berechnung der elektrischen Beeinflussungen vorgestellt. Ergänzend dazu werden Aspekte des Blitzschutzes aufgezeigt. Aufbauend darauf werden Maßnahmen zur Begegnung der zuvor aufgezeigten Fragestellungen erörtert.

Methodische Vorgangsweise

Im ersten Schritt werden die möglichen elektrotechnischen Beeinflussungsszenarien identifiziert und anerkannte dem Stand der Technik entsprechende Grenzwerte für den Schutz von Personen und Betriebsmitteln angegeben.

Als nächstes wird ein Modell (siehe Abbildung 1) für die Berechnung der elektrischen Beeinflussung von Seilbahnen vorgestellt. Dabei werden alle relevanten Komponenten einer Seilbahnanlage (Stationen, Stützen, Seile, Kabinen, Erdungs- und Blitzschutzanlagen ...) sowie der beeinflussenden Systeme (Freileitungen, Kabel, Eisenbahnanlagen, U- und Straßenbahnen, ...) in eine Ersatzschaltung überführt und miteinander verkoppelt. Zuletzt werden für die Beurteilung Orte ausgewählt, an denen Gefährdungen auftreten können, um dort basierend auf den Berechnungsergebnissen entsprechende Schutzmaßnahmen zu treffen.

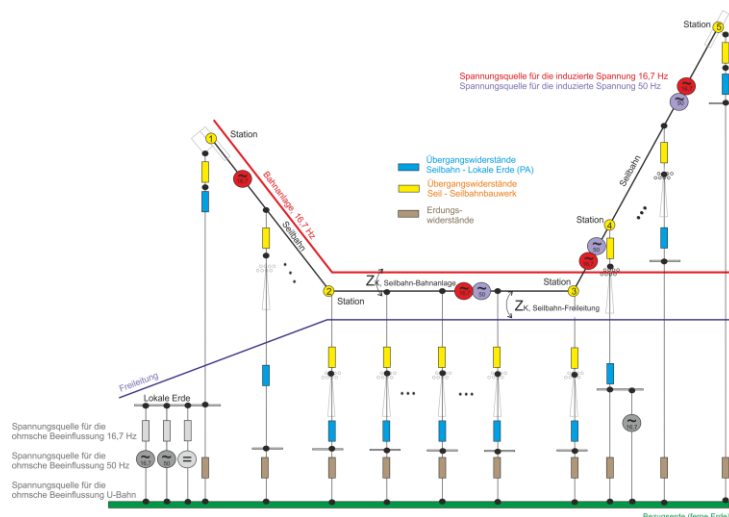


Abbildung 1: Elektrotechnisches Beeinflussungsmodell einer urbanen Seilbahn

¹ Jungautor, Technische Universität Graz, Institut für Elektrische Anlagen und Netze, Inffeldgasse 18/I, 8010 Graz, +43 316 873-8065, emmer@tugraz.at, www.iean.tugraz.at

² Technische Universität Graz, Institut für Elektrische Anlagen und Netze, Inffeldgasse 18/I, 8010 Graz, +43 316 873-7555, schmautzer@tugraz.at, www.iean.tugraz.at

³ Technische Universität Graz, Institut für Hochspannungstechnik und Systemmanagement, Inffeldgasse 18/I, 8010 Graz, +43 316 873-7416, pack@tugraz.at, www.hspt.tugraz.at

⁴ Jungautorin, Technische Universität Graz, Institut für Elektrische Anlagen und Netze, Inffeldgasse 18/I, 8010 Graz, +43 316 873-7552, elisabeth.hufnagl@tugraz.at, www.iean.tugraz.at

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Erfahrungen aus der Praxis zeigen, dass beim Betrieb von urbanen Seilbahnen Personen-/Anlagen- und Blitz-Gefährdungen aus elektrotechnischer Sicht auftreten können. So können im niederfrequenten Bereich einerseits für Personen gefährliche Berührungsspannungen und Körperströme durch ohmsch, induktiv oder kapazitiv eingekoppelte Spannungen und Ströme auftreten und andererseits können diese eingekoppelten Größen auch für die verwendeten technischen Betriebsmittel, wie z.B. elektronische Geräte, Seile oder Seilrollen, zur Gefahr werden. Im transienten Bereich müssen Gefährdungen durch atmosphärische Entladungen, Potenzialverschleppungen oder elektromagnetische Kopplungen reduziert werden.

Daher muss auf diese Fragestellungen schon in der Planung von urbanen Seilbahnen Bedacht genommen, die Höhe der elektrischen Beeinflussung ermittelt und schutztechnisch geeignete und ökonomisch sinnvolle Maßnahmen getroffen werden. Adäquate Maßnahmen sind in dieser Hinsicht z.B.:

- ausreichend dimensionierte Erdungsanlagen,
- durchdachter Potenzialausgleich,
- niederimpedante Ausführung von Potenzialausgleichs-Leitern,
- geeignete Blitzschutzkonzepte,
- Standortisolation,
- leitfähige Seilrollen,
- Personenschutz und zusätzliche Schutzmaßnahmen für ArbeitnehmerInnen.

Literatur

- [1] W. Emmer, E. Schmutzner, G. Tschinkel, Conductive and Inductive Interference of Urban Ropeways – Simulations and Measures of Potential Rises in Urban Ropeways Caused by nearby Railway Systems, HV Systems and Subways through Inductive and Conductive Interferences, IEEE EEEIC 2018
- [2] L. Fickert, E. Schmutzner, E. Hufnagl, Ausgewählte elektrotechnische Aspekte zu urbanen Seilbahnen, Österreichische Zeitschrift für Verkehrswissenschaft – ÖZV 1/2017
- [2] OVE E 8001-1: 2010-03-01, Erection of electrical installations with rated voltages up to AC 1000 V and DC 1500 V – Part 1: Definitions and measures against electric shock (consolidated version)
- [4] EN 50122-1: 2017-11-01, Railway applications – Fixed installations – Electrical safety, earthing and the return circuit – Part 1: Protective provisions against electric shock
- [5] EN 50122-2: 2011-10-01, Railway applications – Fixed installations – Electrical safety, earthing and the return circuit – Part 2: Provisions against the effects of stray currents caused by d.c. traction systems
- [6] EN 50122-3: 2011-10-01, Railway applications – Fixed installations – Electrical safety, earthing and the return circuit – Part 3: Mutual Interaction of a.c. and d.c. traction systems
- [7] EN 50522: 2011-12-01, Earthing of power installations exceeding 1 kV a.c.
- [8] IEC TS 60479-1:2005+AMD1:2016 CSV (Consolidated version) Sprache: Edition 4.1 (2016-07-12), Effects of current on human beings and livestock - Part 1: General aspects E 8001-1
- [9] ITU-T Recommendations, Volume III: Capacitive, inductive and conductive coupling: physical theory and calculation methods