



DER **EI** EISENBAHN INGENIEUR

INTERNATIONALE FACHZEITSCHRIFT
FÜR SCHIENENVERKEHR & TECHNIK

Euro 28,10 | Juni 2021

6|21

Deutschlandtakt –
Die Zukunftsvision
für die Schiene

Lärmschutz –
Der Noise Breaker
im Praxistest

I-LENA –
Schienenstegdämpfer als
Alternative zur Lärmschutzwand

Fahrgastinformation –
Hardware as a Service
hält Einzug in Bahnhöfen

Digitaler Knoten Stuttgart –
Mit LST-Optimierungen zu
mehr Fahrwegkapazität

VDEI

**Grundlagen
Bahnbetrieb**
17. - 18. Juni 2021
Online

HERAUSGEBER
VERBAND DEUTSCHER
EISENBAHN-INGENIEURE E.V.

VDEI

Langzeiterfahrungen mit elastischen Oberbauelementen in Japan

Elastische Polyurethan-Elemente für den Eisenbahnoberbau setzen sich seit Jahrzehnten weltweit als bevorzugte Lösung von Bahnbetreibern durch.

TSUYOSHI MORISHIMA | STEFAN VONBUN

Lärm und Erschütterungen aus dem Schienenverkehr stellen Störquellen für Anwohner von Bahnstrecken dar. Durch den Megatrend der Urbanisierung und den Kollaps des motorisierten Individualverkehrs ist die Bahn nach wie vor der Hoffnungsträger der Zukunft für die Bewältigung der Mobilitäts Herausforderungen unserer Zeit. Elastische Elemente aus High-Tech-Werkstoffen ermöglichen durch ihre erschütterungsreduzierende Wirkung eine gesteigerte Lebensqualität, die jahrzehntelang anhält.

Ausgangssituation

Die japanische Eisenbahnlinie Odakyū Odawara verbindet den Bahnhof Shinjuku in

Tokio mit der Stadt Odawara in der Präfektur Kanagawa (Abb. 1). Die Odakyū-Eisenbahngesellschaft ging 1948 aus der Odawara Express Railway Co. Ltd hervor und betreibt ein Eisenbahnnetz von 120,5 km. Die 82,5 km lange Odawara Line ist eine der wichtigsten Schnellbahnstrecken im Großraum Tokio [1]. Die Schienenfahrzeuge mit Achslasten von bis zu 16 t fahren mit moderaten Geschwindigkeiten von 80 km/h bis maximal 110 km/h durch dicht besiedelte Gebiete und zahlreiche Viadukte im Südwesten Tokios. Das Klima in dieser Region Japans ist durchaus eine Herausforderung: Im Sommer steigt die Temperatur auf Werte um 40°C und im Winter sinkt sie regelmäßig auf 0°C ab. Da die Bahntrasse teilweise extrem nahe an Wohngebäuden und Geschäftslokalen vorbeiführt, war der Einbau eines hochwirksamen Erschütterungsschutzes notwendig.

Lösung

Im Jahr 2001 wurde die bestehende Strecke mit Erschütterungsschutzprodukten von Getzner Werkstoffe aufgerüstet. Ein Weichenabschnitt im Bahnhof Yamato wurde mit Sylomer-Schwellensolehlen ausgestattet und ein 6,4 km langer Streckenabschnitt mit hocheffizienten Polyurethan-Punktlagern. Der Oberbau hat eine besondere Bauform, die vom japanischen Railway Technical Research Institute (RTRI) im Jahr 1998 [2, 3] entwickelt wurde: Der sogenannte „D-Typ-Oberbau“ besteht aus punktförmig gelagerten Schwellen. Zwischen Betontrog und jeder Betonschwelle sind jeweils zwei Punktlager (Sylodyn) angebracht, sodass ein schwingungsfähiges Masse-Feder-System entsteht. Ein weiteres besonderes Merkmal ist die Langlochbohrung in der Mitte der Lager, durch die ein Metallstift geführt wird, um starke Horizontalbewegung und damit ein Verrutschen der Lager im Erd-

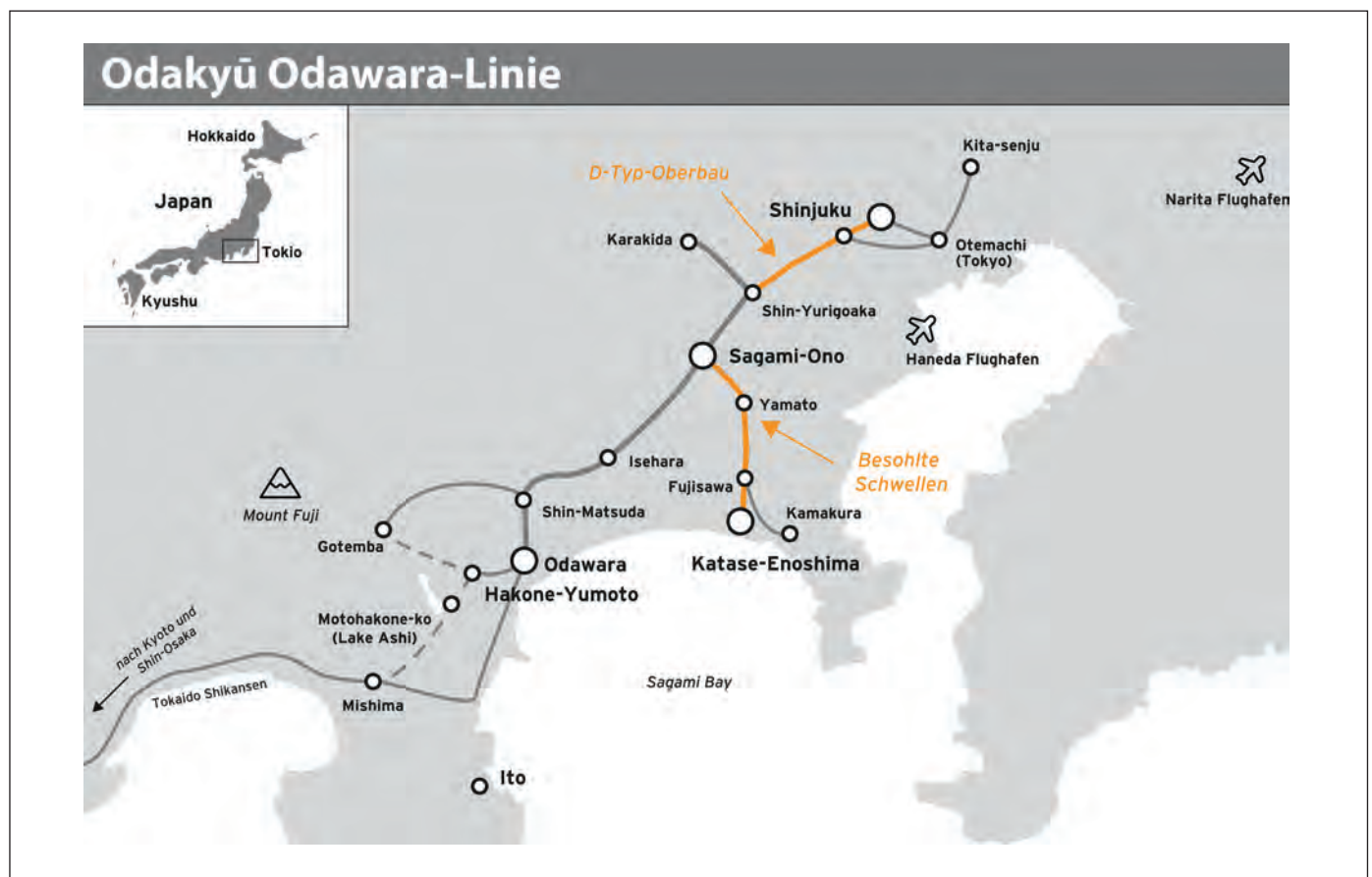


Abb. 1: Verlauf der Odakyū Odawara-Linie in der Nähe von Tokio inklusive Kennzeichnung der Oberbauformen

Quelle: eigene Darstellung, nach [1]

bebenfall zu verringern. Diese besondere Form des Oberbaus war damals ein absolutes Novum und existiert in dieser Variante aufgrund der außergewöhnlichen plattentektonischen Herausforderungen nur in Japan. Bisher wurden insgesamt 60 000 Polyurethan-Lager installiert, um eine einzigartige und äußerst wirksame Vibrationsreduktion zu gewährleisten. Insgesamt wurden 60 km Gleis – sowohl bei Japan Railways als auch privaten Betreibern – mit dieser Oberbauform gebaut, bevor sie im Jahr 2016 durch eine Neuentwicklung des RTRI, den „S-Typ-Oberbau“, der zusätzliche Schubnocken aufweist, abgelöst wurde. Darüber hinaus wurde die neueste Generation dieser Oberbauvariante derart optimiert, dass in Summe die Baukosten um 20 % reduziert werden können [3, 4].

Langzeituntersuchungen

Die Lösung für den D-Typ-Oberbau funktioniert seit der 2001 erfolgten Installation der Lager ausgezeichnet und hat sogar die Eröffnung einer Bibliothek und eines Cafés im freien Bereich unterhalb des Viadukts ermöglicht, die nun dank der hochwirksamen Schwingungsisolierung ungestört von vorbeifahrenden Zügen betrieben werden können.

Im Jahr 2016 beschlossen Odakyū Electric Railway Co. Ltd. und Nihon Getzner nach 15 Jahren erfolgreichem Betrieb ohne Störungen oder Beschwerden der Anwohner, Proben der beiden verwendeten Produkte (Sylomer-Schwellen-sohlen und Sylodyn-Punktlager für Schwellen) zu nehmen, um die mechanischen Eigenschaften nach 810 Mt (54 Mt pro Jahr auf einem Gleis) zu bestimmen. Bei einer Wartungsunterbrechung während einer Nachtschicht wurden die Proben aus dem Gleis genommen (Abb. 3).

Bei der ersten Sichtprüfung zeigten sich keine Beschädigungen an den Oberflächen der Produkte (Abb. 4). Die Polyurethan-Lager befanden sich in einwandfreiem Zustand, wenn auch verschmutzt, schließlich waren sie ein- einhalb Jahrzehnte den herausfordernden Umwelteinflüssen ausgesetzt. Die gemessene Dicke entsprach der Dicke neuer Produkte, also war in 15 Jahren Betrieb keine bleibende Verformung („Kriechen“) aufgetreten.

Um zusätzliche Einblicke in das Alterungsverhalten der statischen und dynamischen Eigenschaften beider Produkte zu gewinnen, wurde eine Testreihe im Labor am Hauptsitz von Getzner in Österreich durchgeführt.

Als Prüfmaschine kam ein servohydraulischer Axialprüfstand der Type „PSB 250“ der Firma Schenck zum Einsatz. Hinsichtlich der Prüfmethoden und ermittelten Kennwerte ist kritisch anzumerken, dass sich die Prüfmethoden in den letzten Jahrzehnten selbstverständlich verändert haben. Die Genauigkeit der Prüfmaschinen ist besser geworden und die Prüfmethodik hat sich teilweise verändert beziehungsweise weiterentwickelt. Um eine möglichst hohe Vergleichbarkeit zwischen den vor Auslieferung ermittelten Werten und den Nachmessungen zu gewährleisten, wur-

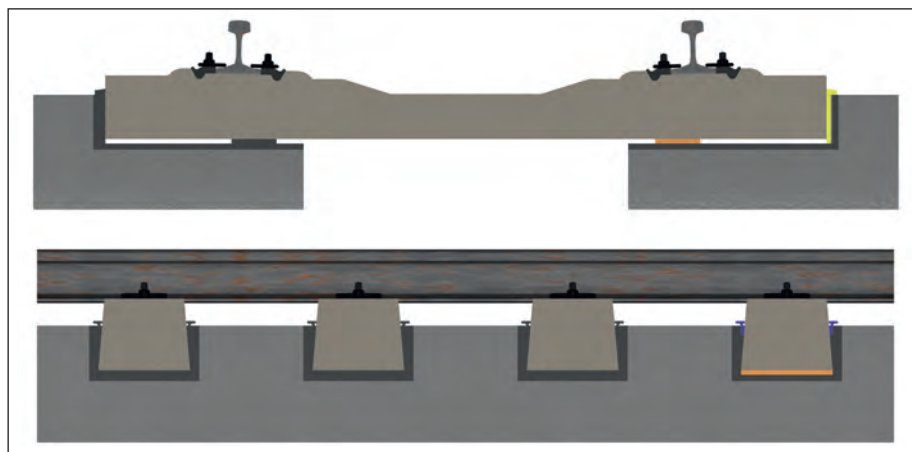


Abb. 2: D-Typ-Oberbau, hervorgehoben in Orange die Polyurethan-Punktlager

Quelle: eigene Darstellung, nach RTRI

den die Prüfungen möglichst genauso durchgeführt wie im Jahr 2000.

Weiter ist anzumerken, dass die Auswahl der Parameter für die Qualitätsprüfung nach modernen Gesichtspunkten und dem Stand der Technik entsprechend anders gewählt werden würde als noch vor 20 Jahren. Im Jahr 2021 wird die Produktkategorie Schwellensohlen nach der

aktuell gültigen Norm EN 16730:2016 geprüft, Punktlager für Masse-Feder-Systeme werden nach DIN 45673-7:2010 gemessen. Diese Normen enthalten jeweils eine Vielzahl möglicher Parameter, die zur Qualitätsbeurteilung von elastischen Oberbauelementen dienen können. Für die Vergleichbarkeit mit den Qualitätssicherungsmaßnahmen bei Auslieferung wären diese

Druck-, Zug- und Wechsellasten?

Mikropfahl TITAN.



- Einbau auch mit kleinem und leichtem Gerät
- erschütterungsarm und schonend
- dauerhafte Lösungen mit geringen Setzungen

Weitere Infos: www.ischebeck.de

FRIEDR. ISCHEBECK GMBH
Loher Str. 31-79 | DE-58256 Ennepetal

ISCHEBECK
TITAN

THEMENSCHWERPUNKTE:

Ausgabe Nr. 7/21

- Konfliktmanagement auf Baustellen
- Baustellensicherung und Warnsysteme 4.0
- Digitale Helfer auf der Baustelle
- Baustellenlogistik innerhalb einer komplizierten Baumaßnahme
- Durchbruch für Fahrerassistenzsysteme
- Numerische Parameterstudien zum dynamischen Gleisschotterverhalten

Anzeigenschluss: 14.6.21

Erscheinungstermin: 9.7.21

Ausgabe Nr. 8/21

Offizielles Berichtsheft zur Oberbaufachtagung des VDEI

- Baustandards – Personenbahnhöfe und digitale Bauteilbibliothek
- Bergbahnen mit ihren besonderen Anforderungen
- Klimafreundlicher Verkehrsträger Bahn – Fahrerassistenzsystem zum energiesparenden Fahren
- Mobile und stationäre Fahrgastinformation in nahtloser Interaktion
- Vorbeugender baulicher Brandschutz im Alltag
- KIB trifft Oberbau
- Blitz- und Überspannungsschutz in der LST und TK
- Sicherheitsgehäuse für elektrotechnische Anlagen in Bahntunneln

Anzeigenschluss: 9.7.21

Erscheinungstermin: 6.8.21

Ausgabe Nr. 9/21

Offizielles Tagungsheft zur 18. Intern. Schienenfahrzeugtagung RAD/Schiene, Dresden

- Neue Erkenntnisse betreffend Rollkontaktermüdungsschäden an Schienenoberflächen
- Rad-Schiene Kontaktoptimierung mittels Schienenfräsen
- Kontakt von Radsatz und Schiene als Funktion der Querverschiebung
- Fortschritte bei modernen Lokomotiven und ihr Einfluss auf die Fahrwegbelastung
- Monitoring der Bahnhofshalle Berlin OstBf
- Natürliche Kältemittel in Klimaanlage für Schienenfahrzeuge

Anzeigenschluss: 9.8.21

Erscheinungstermin: 7.9.21

Haben Sie Fragen?

Kontakt: Silvia Sander

Telefon: +49/40-23714-171

E-Mail: silvia.sander@dvvmedia.com



Abb. 3: Ausbau der Schwellensohlen in einer Nachtschicht

Quelle: Getzner Nihon

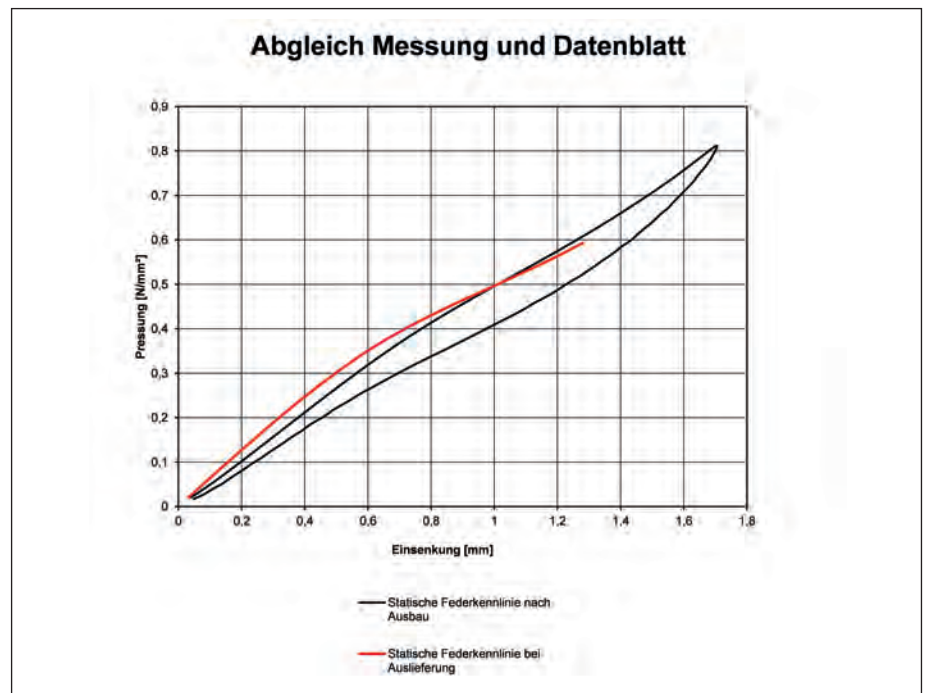


Abb. 5: Vergleich von Federkennlinien bei Auslieferung und nach 15 Jahren im Einsatz

Quelle: [5]

Messungen jedoch nicht aussagekräftig. Die hier vorgestellten Untersuchungen spiegeln deshalb nur die speziellen Rahmenbedingungen der vorliegenden Fallstudie wieder und können aufgrund dessen nicht oder nur bedingt mit anderen Projekten verglichen werden.

Die Ermittlung der dynamischen Eigenschaften der Sylomer-Schwellensohlen wurde gemäß dem Original-Datenblatt aus dem Jahr 2000 mit einer projektspezifischen Vorlast von 0,40 N/mm² und einer Frequenz von 10 Hz durchgeführt. Die Messung ergab einen geringfügigen Rückgang des dynamischen Bettungsmoduls von ursprünglich 0,75 N/mm³ auf 0,71 N/mm³, was einer geringen Differenz von 5,3 % entspricht. Die statische Dauerlast war mit einem gemessenen Wert von 0,4 N/mm² um nur 0,3 % weicher als bei Auslieferung und

damit, wie auch der dynamische Bettungsmodul, innerhalb der Originaltoleranz. [5]

Die Polyurethan-Punktlager wurden einerseits dynamisch geprüft, das Ergebnis war mit 16,3 kN/mm um nur 7,7 % weicher als die gelieferte dynamische Federziffer von 17,66 kN/mm. Aufgrund der hohen Dicke (30 mm) der Lager bat der Kunde auch um eine Prüfung der statischen Steifigkeit, um die Gewissheit zu erhalten, dass die Einsenkung unter stehendem Zug nicht die zulässigen Grenzwerte überschreitet. Die Abweichung zwischen der aktuellen (12,2 kN/mm) und der ursprünglichen statischen Federsteifigkeit (10,7 kN/mm) betrug lediglich 14 % und liegt damit nach 15 Jahren, wie alle anderen ermittelten Kennwerte, innerhalb der Toleranz, die bei Auslieferung der Produkte galt. [5]

STRAIlastic®

SCHALLSCHUTZ x VIER



vier Produkte, ein Ergebnis > Ruhe!

- schnelles Entschärfen von Lärm-Hot-Spots
- kein Planfeststellungsverfahren und keine Umweltverträglichkeitsprüfung nötig
- niedrige Bauhöhe > keine Sichtbehinderung für Fahrgäste und Anwohner

1. STRAILlastic_IP > Geländerausfuchung
2. STRAILlastic_mSW > mini-Schallschutzwand
3. STRAILlastic_A > Schienenstegdämpfer
4. STRAILlastic_mSW 730 > höhere mini-Schallschutzwand mit hochabsorbierender Oberfläche > **NEU**



www.strailastic.de

KRAIBURG STRAIL GmbH & Co. KG
STRAIL | STRAILlastic | STRAILway

D-84529 Tittmoning // Göllstr. 8 //
tel. +49 | (0)86 83 | 701-0 // info@strail.de

[in](#) @kraiburg_strail [@strail_official](#)

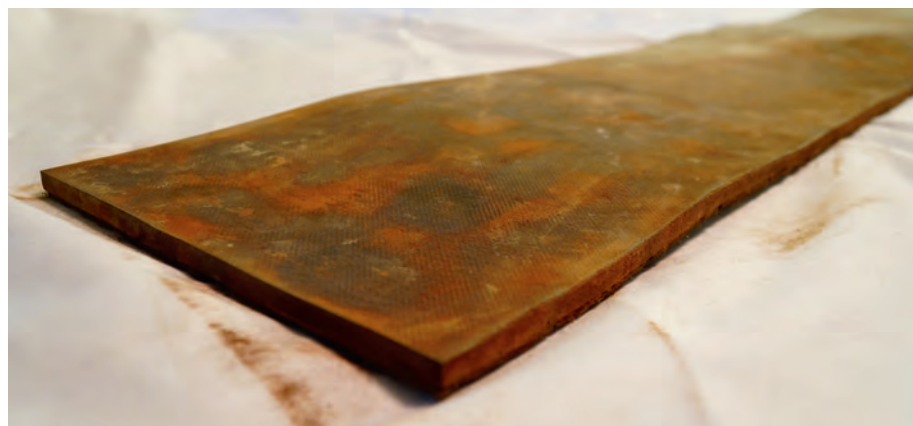


Abb. 4: oben: Schwellensohle; unten: Punktlagerung für Schwellen; beide nach 15 Jahren Einsatz in ausgezeichnetem Zustand

Die Gesamtheit aller Prüfergebnisse spricht eine klare Sprache: Die mechanischen Eigenschaften und somit die Fähigkeit zur effektiven Schwingungsisolierung der Lösungen aus Polyurethan bleiben auch nach 15 Jahren Betrieb mit steigenden Fahrgastzahlen und damit Achslasten praktisch unverändert. Die positiven Ergebnisse der Laborprüfungen bestätigen die zufriedenstellende und stressreduzierende Funktion für Betreiber und Anwohner. Die Kombination aus Prüfungen und praktischen Erfahrungen unterstreicht die perfekte Eignung von Hightech-Polyurethanwerkstoffen sowie ihre Widerstandsfähigkeit und Langzeitstabilität bei anspruchsvollen Betriebsbedingungen im Eisenbahnoberbau, unabhängig von Kontinenten und Klimazonen. Die Lebensdauer der

2001 installierten Produkte wird problemlos die Lebensdauer aller anderen Oberbaukomponenten aus Beton und Stahl erreichen und stellt damit für den Betreiber eine wartungsfreie, wirtschaftliche und hochwirksame Schwingungsschutzlösung dar. ■

QUELLEN

- [1] Odakyū Electric Railway Co., Ltd., „Firmenwebsite“. <https://www.odakyu.jp/english/transport/>. Zugriff am 04.02.2021
- [2] „Railway Technical Research Institute Website“. <https://www.rtri.or.jp/rd/division/rd45/rd4520/rd45200102.html>. Zugriff am 25.01.2021
- [3] Railway Technical Research Institute, „News Release“. https://www.rtri.or.jp/eng/press/2017/nr20170821_01_detail.html. Zugriff am 04.02.2021
- [4] Railway Technical Research Institute, „Research & Development“. https://www.rtri.or.jp/eng/rd/seika/02_13.html. Zugriff am 04.02.2021
- [5] Getzner Werkstoffe GmbH, „Ergebnisbericht zu Prüfauftrag P1688 Langzeitreferenz Odakyu Line,“ Getzner Werkstoffe GmbH, Bürs, 2016



Tsuyoshi Morishima
Field Engineer Railway
Nihon Getzner K.K., JP-Tokio
tsuyoshi.morishima@getzner.com



Dipl.-Ing. Stefan Vonbun
Freier Autor, AT-Bürs
stefan@vonbun.at