

Die Fragen der Energiewende gemeinsam angehen

1 Einleitung

Die Herausforderungen bei der Umsetzung der Energiewende sind enorm und über den richtigen Weg zur klimaschonenden Energieversorgung unserer Gesellschaft, aber auch über die ökonomisch sinnvolle und auch machbare Umsetzung wird nach wie vor intensiv diskutiert und gerungen. Dass ein rein strombasierter Ansatz nicht zielführend ist, zeigte die gemeinsame Studie „Energemarkt 2030 und 2050 – Der Beitrag von Gas- und Wärmeinfrastruktur zu einer effizienten CO₂-Minderung“ der Open Grid Europe GmbH, der Gelsenwasser AG und der Rheinenergie AG aus dem Jahr 2017. Die Einbindung der bereits bestehenden Gasinfrastruktur kann einer der Schlüssel für die ökonomisch, ökologisch und auch stringente, zukunftsorientierte Entwicklung unserer Energieversorgung sein, ist eine der Kernaussagen dieser Studie. Infolge des massiven Ausbaus regenerativer Energieerzeugungsanlagen gibt es allerdings schon heute Veränderungen im Energiemarkt, die Anpassungen beim Betrieb der Versorgungsnetze erforderlich machen. Die Wechselwirkungen zwischen den Strom- und Gastransportnetzen und daraus gemeinsam zu stemmenden Herausforderungen soll nachfolgend verdeutlicht werden.

2 Aktuelle Herausforderungen für die Übertragungsnetzbetreiber

Der politisch gewollte und geförderte Ausbau von Solar- und Windkraftanlagen zur Stromerzeugung hat den Strommarkt massiv verändert. Dabei spielen die Volatilität bei der Stromerzeugung und die über Deutschland sehr ungleich verteilten Standorte dieser Energieerzeugungsanlagen für die Stromversorger eine große Rolle und bereiten diesen durchaus Kopfzerbrechen, denn es gibt einen deutlichen Stromüberschuss im Norden der Republik, bei dem es sich dankenswerterweise auch noch zum großen Teil um „grünen“ Strom aus regenerativen Quellen handelt.

Um den großen Bedarf im Süden durch die Über-

schüsse im Norden zu decken, bedarf es zusätzlicher Übertragungsstrecken. Wie schwierig es aber ist, neue Infrastrukturen zu bauen, wissen sowohl die Übertragungsnetzbetreiber wie auch die Fernleitungsnetzbetreiber. Keiner möchte eine Rohrleitung, egal mit welchem Medium darin, in seinem „Vorgarten“ haben und noch viel weniger einen Hochspannungsmast mit den dazugehörigen Stromfreileitungen hinter seinem Haus. Bis neue Stromtrassen fertiggestellt sind, werden also noch viele Jahre vergehen.

3 Lösungsansätze zur höheren Auslastung bestehender Übertragungssysteme

Damit stellt sich die Frage, ob es bereits heute Lösungsansätze für die derzeitigen Transportengpässe gibt, z.B. die vorhandenen Stromtrassen besser auszunutzen. Diese Lösungsansätze gibt es in der Tat. Es besteht z.B. die Möglichkeit ein 220kV-System in ein 380kV-System umzuwidmen, oder bei einem 380kV-System die vorhandenen Leiterseile durch Hochtemperaturleiterseile zu tauschen, die es ermöglichen deutlich mehr Leistung über das System zu fahren als bisher. Diese beiden Ansätze bedingen allerdings nicht unerhebliche Investitionen. Eine weitere, überaus intelligente Möglichkeit ist das sogenannte Freileitungstemperaturmonitoring oder auch witterungsabhängiger Freileitungsbetrieb genannt. Dabei muss man wissen, dass die Stromtragfähigkeit des Leiterseils einer Hochspannungsfreileitung durch die maximal zulässige Leiterseiltemperatur von 80°C begrenzt wird. Der maximal zulässige Grenzstrom wird deshalb auch als thermischer Grenzstrom bezeichnet. Ausgelegt wird dieser Grenzstrom bisher auf Basis von Normklimadaten wie z.B. Umgebungsbedingungen am Leiterseil von 35 °C und nahezu Windstille (0,6 m/s). Beim Freileitungstemperaturmonitoring erfolgt die Berechnung des zulässigen Grenzstromes nicht auf Basis dieser Normklimadaten, sondern Wind und Temperatur werden auf den Hochspannungsmasten gemessen und die Klimadaten entlang der Hochspannungsfreileitung modelliert. Dies führt je nach Kühlwirkung von Wind und Außentemperatur dazu, dass die Leiterseile bis zu 60% höher ausgelastet werden können und die hierfür notwendigen Investitionen verhältnismäßig gering sind.

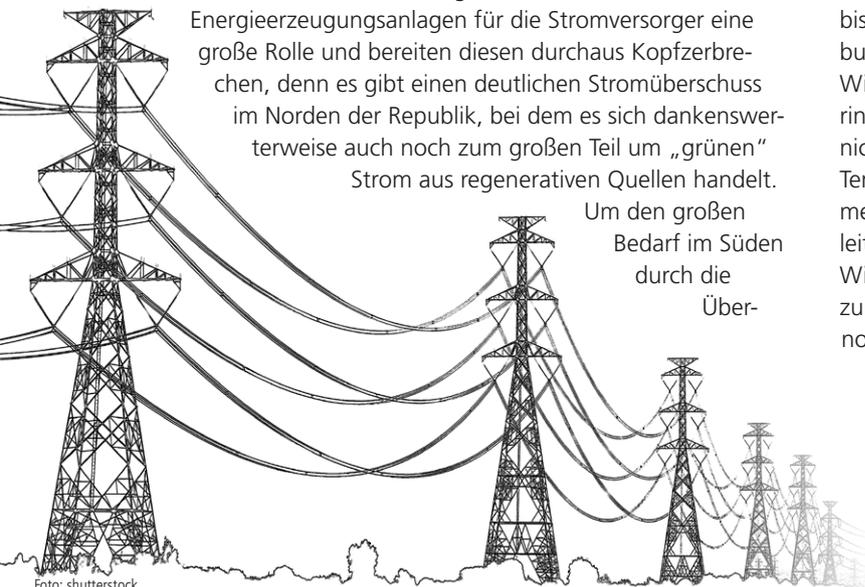


Foto: shutterstock

4 Nebenwirkung bei Höherbelastung bestehender Stromtransportsysteme

Leider hat die Höherauslastung bestehender Systeme, egal welcher Spannungsebene (15kV, 110kV, 220kV oder 380kV) und Frequenz (50Hz oder 16,7Hz) auch unerwünschte Nebenwirkungen, die es einzugrenzen gilt. Diese unerwünschten Nebenwirkungen bestehen darin, dass diese Stromleitungen in parallel oder auch in schräger Näherung geführte langgestreckte Installationen, wie z. B. einer Rohrleitung, eine elektrische Spannung einkoppeln. Diese induzierte elektrische Spannung beträgt zwar nur einen kleinen Bruchteil dessen, was sich auf der Hochspannungsleitung befindet, stellt aber die Rohrnetzbetreiber vor verschiedene Herausforderungen. Da wäre als erstes der Berührungsschutz. Die eingekoppelte elektrische Spannung auf der Rohrleitung darf bestimmte Grenzwerte (siehe Info 1) nicht überschreiten. Diese Grenzwerte schützen das an der Rohrleitung arbeitende Personal, aber auch unbeteiligte Dritte davor, einen ggf. tödlichen elektrischen Schlag zu bekommen. Als zweites wäre das Thema „Wechselstromkorrosion“ zu nennen. Wechselströme auf einer Rohrleitung verursachen an Fehlstellen der Rohrleitungsumhüllung Wechselstromkorrosion. Wechselstromkorrosion gefährdet somit die Integrität der Rohrleitung und ist deshalb zu vermeiden. Als letztes wäre noch zu nennen, dass im Schutzstreifen von Rohrleitungen häufig noch Fernmeldeleitungen aus Kupfer verlegt sind, die u.a. zur Fernsteuerung der Rohrnetze dienen. Auch in diese Kupferfernmeldeleitungen werden durch die Hochspannungsleitungen Wechselspannungen induziert, die den Fernmeldebetrieb stören können.

5 Sicherstellung des Berührungsschutzes an Rohrleitungen im Einflusbereich von Hochspannungs-Drehstromanlagen gemäß AfK-Empfehlung Nr. 3

Nachfolgend soll in diesem Beitrag ausschließlich das Thema „Berührungsschutz“ weiter behandelt werden, ohne die Wichtigkeit der Wechselstromkorrosion und die erhöhte Störanfälligkeit von Kupferbegleitkabeln damit in Frage zu stellen.

Die Einkopplung von Wechselspannungen auf Rohrleitungen ist kein wirklich neues Thema. Die physikalischen Grundsätze, insbesondere zu Beeinflussungsfragen, sind tatsächlich schon seit vielen Jahren bekannt und wurden seinerzeit von der Arbeitsgemeinschaft DVGW/VDE für Korrosionsfragen (AfK, siehe Info 2) aufgenommen und in sogenannten AfK-Empfehlungen verarbeitet. Eine der ersten AfK-Empfehlungen war die AfK-Empfehlung Nr. 3 „Maßnahmen beim Bau und Betrieb von Rohrleitungen im Einflussbereich von Hochspannungs-Drehstromanlagen und Wechselstrom-Bahnanlagen“, die im Jahr 1966 erstmalig erschienen ist und die Fragen des Berührungsschutzes bei Parallelführungen zwischen Rohrleitungen und Hochspannungsleitungen regelt. Das Besondere an der AfK-Empfehlung Nr. 3 ist, dass es sie ein zweites Mal

gibt und zwar textgleich als Technische Empfehlung Nr. 7 der Schiedsstelle für Beeinflussungsfragen (SfB siehe Info 3).¹⁾ Gemäß der AfK-Empfehlung Nr. 3 bedarf eine Rohrleitung, die über eine bestimmte Strecke und bis zu einem bestimmten Mindestabstand parallel zu einer Hochspannungsfreileitung verläuft einer Untersuchung zur Sicherstellung des Berührungsschutzes. Diese Untersuchung erfolgt mithilfe einer Berechnung. Für diese Berechnung liefert der Übertragungsnetzbetreiber die Parameter der Hochspannungsfreileitung, z.B. geografischer Verlauf der Hochspannungsleitung, Spannungsebenen der Systeme, Betriebs- oder thermische Grenzströme, Mastformen usw. und der Rohrleitungsnetzbetreiber die Parameter der Rohrleitung, z.B. geografischer Verlauf der Rohrleitung, Durchmesser und Wanddicke, Umhüllungsqualität usw.. Mithilfe der Berechnung werden die Höhe und der Verlauf der Beeinflussungsspannung entlang der Rohrleitung unter maximal auftretenden Bedingungen ermittelt. Bei Überschreitung der Grenzwerte müssen Maßnahmen getroffen werden, die Wechselspannung auf der Rohrleitung zu reduzieren, um die Grenzwerte zum Personenschutz einzuhalten. Die zum Einsatz kommenden Maßnahmen sind gewöhnlich Erdungsmaßnahmen der Rohrleitung, die ggf. ziemlich aufwendig werden können. An einigen Rohrleitungen ist aber schon heute unter den ursprünglichen Rahmenbedingungen der Berührungsschutz, auch mit maximalem Erdungsaufwand, kaum noch sicherzustellen. Wenn entlang einer derartig beeinflussten Rohrleitung der Übertragungsnetzbetreiber beabsichtigt, Freileitungstemperaturmonitoring durchzuführen und den maximalen Strom um 60% erhöht, bedeutet das auch einen proportionalen, also 60%igen Anstieg der Beeinflussungsspannung auf der Rohrleitung.

6 Das Beiblatt (B1) zur AfK-Empfehlung Nr. 3

Der Berührungsschutz an einer derartigen Rohrleitung ist mit Maßnahmen allein an der Rohrleitung nicht mehr sicherzustellen. In diesen Fällen bleiben nur noch Maßnahmen an der Hochspannungsleitung, wie z.B.

Verdrillungsmasten oder Reduktionsleiter oder eben der Verzicht auf das Freileitungstemperaturmonitoring. Um insbesondere den einvernehmlichen Umgang mit dem Freileitungstemperaturmonitoring zu regeln, hat eine Arbeitsgruppe der AfK ein Beiblatt zur AfK-Empfehlung Nr. 3 erstellt, in dem u.a. in etwa Folgendes festgelegt wurde: Wenn ein Übertragungsnetzbetreiber beabsichtigt, Freileitungstemperaturmonitoring anzuwenden, muss er die im Einflussbereich seiner Hochspannungsleitung verlaufenden Rohrleitungen und deren Betreiber ermitteln. An dieser Stelle argumentieren die Stromnetzbetreiber wiederholt, dass sie überhaupt keine Kenntnis über Rohrleitungen im Einflussbereich ihrer Hochspannungsfreileitungen haben und hier kommt BIL mit der in Zusammenarbeit mit der Amprion GmbH entwickelten „Spannfeldanalyse“ ins Spiel.

¹⁾ Die AfK-Empfehlung Nr. 3 gibt es ein weiteres Mal und zwar ebenfalls textgleich als DVGW-Arbeitsblatt GW 22 und ist somit Bestandteil des DVGW Regelwerkes und entspricht nach ENWG dem Stand der Technik.

7 BIL Spannfeldanalyse

Neben der operativen Durchführung der bundesweiten Leitungsrecherche unterstützt das Bundesweite Informationssystem zur Leitungsrecherche (BIL) seit 2018 die Betreiber von Hoch- und Höchstspannungsleitungen bei der sicheren Identifikation von benachbarten Betreibern erdverlegter Rohrleitungssysteme. Über das BIL-Portal kann der Anfragende sich eine Leitungsauskunft einholen, die eine räumliche Identifikation der betroffenen und somit zu kontaktierenden Rohrleitungsnetzbetreiber ermöglicht.

Dem über das BIL-Portal anfragenden ÜNB wird in einem speziell für ihn entwickelten Reporting eine Liste der betroffenen Rohrleitungsnetzbetreiber zur Verfügung gestellt, deren Rohre sich „in der Nähe“ der Stromleitung befinden und somit induktiver Beeinflussung ausgesetzt sein könnten. Die zu untersuchende Fläche entlang der Stromleitung des ÜNB wird mittels sog. Spannfelder räumlich genau abgegrenzt. Ein Spannfeld wird zwischen den Mittelachsen zweier benachbarter Strommasten aufgespannt und verläuft von der Stromleitung 400m nach rechts und 400m nach links. Die resultierenden „Rechtecke“ definieren die Anfragefläche, d.h. den Bereich der Zuständigkeitsprüfung mittels der verfügbaren Rohrleitungsnetzbetreiberdaten. Der Begriff „Spannfeldanalyse“ hat sich während der Projektzusammenarbeit mit den beteiligten ÜNB und BIL etabliert. Für die Spannfeldanalyse wurde eine eigens dafür entwickelte Funktionalität in das BIL-Portal integriert. Diese Analysefunktionalität steht aktuell nur den dafür freigeschalteten Hoch- und Höchstspannungsnetzbetreibern zur Verfügung. Alle Rohrleitungsnetzbetreiber, die im BIL-Portal ihre Zuständigkeitsflächen hinterlegt haben, werden bei Betroffenheit automatisch informiert.

Mit den Inhalten des Reportings können weitere aufschlussreiche Geodatenanalysen durchgeführt werden. Mit den identifizierten Betreiberamen je Spannfeld lässt sich bspw. leicht herausfinden, welche Rohrleitungen und wie viele Leitungsbetreiber sich in einem Spannfeld befinden. Vergleicht man diese Situation mit benachbarten Spannfeldern, so lassen sich Rohrleitungen identifizieren, die parallel zur Stromleitung verlaufen oder diese nur kreuzen (siehe auch Seite 22).

Nachdem die betroffenen Rohrnetzbetreiber ermittelt wurden veranlasst der Übertragungsnetzbetreiber im Zusammenspiel mit den Rohrnetzbetreibern eine Bewertung (Berechnung) der Beeinflussungssituation und darf erst mit dem Freileitungstemperaturmonitoring beginnen, wenn an allen betroffenen Leitungen der Berührungsschutz sichergestellt ist.

Hierzu ggf. notwendige Erdungsmaßnahmen sind aber auch nicht von heute auf morgen umzusetzen und bedürfen in der Regel einer Laufzeit von deutlich mehr als einem Jahr.

8 Fazit

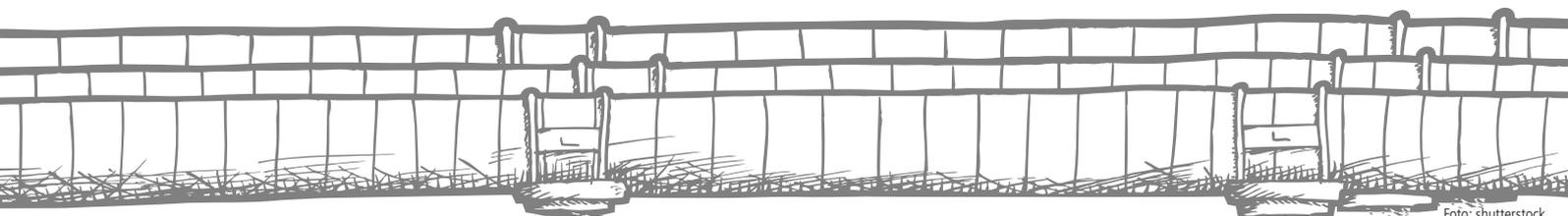
Der Druck, der auf den Übertragungsnetzbetreibern lastet, ist unter den o.g. Rahmenbedingungen (Energiewende) sehr groß und ob sich alle Stromnetzbetreiber an die Regelungen des Beiblattes der AfK-Empfehlung Nr. 3 halten, kann durchaus hinterfragt werden. Von einigen Stromnetzbetreibern auf der Verteilnetz-Ebene (110kV) ist bekannt, dass sie Freileitungstemperaturmonitoring bereits anwenden, auch ohne betroffene Rohrnetzbetreiber darüber zu informieren. Auch auf der Übertragungsnetzbetreiber-Ebene (380kV) kann dem Internet entnommen werden, dass Freileitungstemperaturmonitoring bereits jetzt geübte Praxis ist, ohne die Vorgaben aus dem Beiblatt der AfK-Empfehlung Nr. 3 zu berücksichtigen. Im Augenblick scheinen die Fronten ziemlich verhärtet. Die Übertragungsnetzbetreiber stehen unter dem schon mehrfach beschriebenen Druck der Energiewende. Jede Kilowattstunde überschüssigen grünen Stroms, der nicht verbraucht werden kann, aber dem Erzeuger vergütet werden muss, kostet jeden Stromendverbraucher zusätzliches Geld (EEG-Umlage).

Auf der anderen Seite stehen die Rohrnetzbetreiber, die verantwortlich sind für die Sicherheit ihrer Netze und das bedeutet auch für den Schutz des an der Leitung arbeitenden Personals und Unbeteiligter vor gefährlichen Berührungsspannungen und dieser Personenschutz an den Rohrleitungen ist nicht verhandelbar. Diesen Grundsatz hat auch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) bei einem Gespräch zwischen Stromnetz- und Rohrnetzbetreibern im Sommer 2017 bestätigt.

9 Ausblick

Eine schnelle Lösung ist derzeit nicht in Sicht. Die Lösung kann aber nur in der konsequenten Umsetzung der AfK-Empfehlung Nr. 3 und dem dazugehörigen Beiblatt (B1) liegen, auch wenn das in dem einen oder anderen Fall Zeit kostet.

Für Streitfälle, bei denen Übertragungsnetzbetreiber und Rohrnetzbetreiber grundsätzlich unterschiedliche Auffassungen vertreten, bedarf es einer Schiedsstelle, die möglichst neutral die Streitfälle schlichtet und Verfahren vor Gericht vermeidet. Eine derartige Schiedsstelle gibt es bereits, nämlich die „Schiedsstelle für Beeinflussungsfragen“ (SfB), nur haben die Rohrnetzbetreiber dort keinen „ordentlichen Sitz“ und werden ihn auch aus verschiedenen Gründen nicht bekommen. Als mögliche Lösung könnte die Bildung einer entsprechenden „Schiedsstelle“ unter dem Dach der AfK in Frage kommen. Die Geschäftsordnung dieser Koordinierungsstelle sollte sich eng an die Schiedsstellenvereinbarung der „Schiedsstelle für Beeinflussungsfragen“, anlehnen, denn in dieser Schiedsstellenvereinbarung wird auf 2 Seiten sehr



prägnant beschrieben, wie sich Beeinflusser und Beeinflusster zu verhalten haben und wie im Streitfall eine einvernehmliche Lösung ohne aufwändige Gerichtsverfahren erreicht werden kann. Ein entsprechender erster Ansatz wurde bereits in der letzten Sitzung der AfK beschlossen. Vielleicht ist auch die Tatsache, dass in der AfK alle in dieser Thematik betroffene Unternehmen und Verbände, wie die Übertragungsnetzbetreiber (Strom), Verteilnetzbetreiber (Strom),

Rohrnetzbetreiber des Mineralölwirtschaftsverbandes (MWW) und des Verbandes der chemischen Industrie (VCI), der DVGW für Gas- und Wasserleitungen, die Telekom und nicht zuletzt die Deutsche Bahn (DB) vertreten sind, für die Bildung dieser Koordinierungsstelle die bessere Lösung. Dieser Ansatz macht Hoffnung, dass es trotz unterschiedlicher Interessenlage gelingt, die Energiewende gemeinschaftlich zu meistern.

Info 1 **Berührungsschutz Grenzwerte**

In der AfK-Empfehlung Nr. 3 sind Grenzwerte für den Berührungsschutz festgelegt. Der Grenzwert für Dauerbeeinflussung beträgt 60 V. Als Dauerbeeinflussung gilt der Beeinflussungsfall, der länger als 1 Sekunde dauert. Für die Berechnung wird der maximale Betriebsstrom oder der thermische Grenzstrom auf dem Hochspannungssystem zugrunde gelegt. Für Kurzzeitbee-

influssung gilt ein Grenzwert von 1.000 V. Für diesen Beeinflussungsfall wird der im Falle eines einpoligen Erdkurzschlusses fließende Strom, der ein Vielfaches des thermischen Grenzstromes beträgt, zugrunde gelegt. Die maximale Dauer einer Kurzzeitbeeinflussung beträgt 0,2 Sekunden.

Info 2 **Arbeitsgemeinschaft DVGW/VDE für Korrosionsfragen (AfK)**

Die AfK wurde am 19. Oktober 1950 gegründet. Dieses Ereignis ging auf eine Initiative von Herrn Dipl.-Ing. Karl Thalhofer (Ruhrgas AG) zurück. Hintergrund war die Erkenntnis, dass die Absaugung von Streuströmen zum Schutz der Rohrleitung vor Korrosion zwingend notwendig ist. Zu der konstituierenden Sitzung trafen sich Vertreter der folgenden Verbände:

- Deutsche Bundesbahn
- Deutsche Bundespost
- Deutscher Verein der Gas- und Wasserfachmänner
- Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke
- Verband Deutscher Elektrotechniker
- Verband der öffentlichen Verkehrsbetriebe – Straßenbahnen,

Stadtschnellbahnen, Obus-Betriebe
Später wurde der Kreis erweitert um:

- Vertreter des Mineralölwirtschaftsverbandes
 - Vertreter des Wirtschaftsverbandes Erdöl und Gas
- Der AfK ist auch zuzuschreiben, dass neben Streustromableitung und -absaugung der kathodische Korrosionsschutz für erdverlegte Rohrleitungen als wirksame Schutzmaßnahmen anerkannt wurde. Im Laufe der Jahre wurde eine Vielzahl von Regelwerken erstellt, die heute Bestandteil des DVGW-Regelwerkes sind und somit den Stand der Technik repräsentieren.
(Quelle: Tagungsband anlässlich des 50. Jubiläums der AfK, Zeche Zollverein)

Info 3 **Schiedsstelle für Beeinflussungsfragen (SfB)**

Die Schiedsstelle für Beeinflussungsfragen wurde 1939 gegründet. Gründungsmitglieder waren:

- Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke
- Deutsche Reichsbahn

Die Deutsche Bundespost kam erst 1952 dazu.

Anlass der Gründung war eine große Anzahl anhängiger Zivilprozesse, in denen die Beeinflussung von Signalleitungen durch Starkstromanlagen „beklagt“ wurden. Die Erfahrung hatte damals gezeigt, dass langwierige und teure Gerichtsverfahren nicht zielführend waren und dass ein verwertbares Ergebnis nur erreicht wurde, wenn rechtzeitig ein geeigneter Kompromiss geschlossen wurde. Dadurch konnte Geld und Zeit gespart werden. Wesentliche Grundlage der SfB ist neben den verschiedenen Durchführungsverordnungen (Technischen Empfehlungen) die „Vereinbarung zur Behandlung von Beeinflussungen

zwischen elektrischen Energieanlagen und Anlagen der Informations- und Telekommunikationstechnik“ – kurz Schiedsstellenvereinbarung.

Diese Schiedsstellenvereinbarung ist ein Verhaltenskodex, in dem auf zwei Seiten festgeschrieben steht, wie sich die beteiligten Parteien insbesondere im Streitfall zu verhalten haben. Die Mitglieder der SfB orientieren sich auch heute noch an den Gründungsmitgliedern und setzen sich zusammen aus

- der Deutschen Telekom (als Nachfolger der Deutschen Bundespost)
- der Deutschen Bahn AG (als Nachfolger der Deutschen Reichsbahn) und
- dem Bundesverband der Energie und Wasserwirtschaft (BDEW) (als Nachfolger der Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke)

(Quelle: www.sfb-emv.de)