

Interoperabilität und Standardisierung

Im Spannungsfeld zwischen Aufwand und Wirtschaftlichkeit

Die Kommunikation von Informationen erfolgt in der Regel über leitungsgebundene Netze, funkgestützte Netze oder eine Kombinationen beider Varianten. Sie ist gekennzeichnet durch die Übertragung digitaler Signale, bei denen es sich um Audio, Video oder Daten handeln kann. Das gilt unabhängig von der Dimension des jeweiligen Netzes. Über die angeschlossenen technischen Funktionseinheiten – die Endgeräte – sollen die Nutzer möglichst unkompliziert auf die große Zahl der angebotenen Inhalte – wie Dienste, TV-Programme und Anwendungen – zugreifen können. In diesem Zusammenhang spielen Interoperabilität und Standardisierung eine wesentliche Rolle.

Begriff und Aufgabe der Interoperabilität

Für den Begriff Interoperabilität, abgeleitet aus dem Lateinischen „inter“ (= zwischen) und „opera“ (= Arbeit), gibt es keine verbindliche Definition. Bei Wikipedia findet sich folgender Text: „*Interoperabilität ist die Fähigkeit unabhängiger, heterogener Systeme, möglichst nahtlos zusammenzuwirken, um Daten als Informationen auf effiziente und verwertbare Art und Weise auszutauschen bzw. dem Benutzer zur Verfügung zu stellen, ohne dass dazu gesonderte Absprachen oder besondere Adaptierungen notwendig sind.*“ Diese etwas abstrakte Begriffsbestimmung lässt sich auf folgende praxisorientierte Formulierung reduzieren: Interoperabilität ist die Fähigkeit der Zusammenarbeit technischer Systeme durch Verwendung offener Standards und gemeinsamer Schnittstellen.

Die Interoperabilität ist primär für den Nutzer von Bedeutung. Er möchte nämlich im Idealfall mit jedem Endgerät alle über jedes Netz verfügbaren Inhalte empfangen, wiedergeben und speichern können. Dabei soll es keine Rolle spielen, ob es sich um direkten (linearen) Empfang oder zeitversetzten (nichtlinearen) Empfang, also Empfang auf Abruf (on demand), handelt.

Um diesem Ziel möglichst nahe zu kommen, bedarf es eines gemeinsamen Verständnisses

aller Beteiligten über die Problemstellung und die Suche nach optimalen Lösungen, bei denen auch die Wirtschaftlichkeit zu berücksichtigen ist.

Die nutzerorientierten Anforderungen an die Interoperabilität beziehen sich auf Inhalte, Plattformen, Netze und Endgeräte. Die Verknüpfung dieser Bereiche im Rahmen der Interoperabilität ist aus Bild 1 ersichtlich. In diesem Zusammenhang ist zu berücksichtigen, dass die Übertragung der Inhalte ausschließlich mit Hilfe digitaler Signale erfolgt. Dafür gilt die Datenrate (data rate) als kennzeichnendes Merkmal, weshalb Interoperabilität nur dann gegeben ist, wenn das gesamte Übertragungssystem die jeweilige Datenrate ohne Einschränkungen verarbeiten kann. Jeder Inhalt wird durch einen Datenstrom repräsentiert, sodass dieser technologie-neutral

über jede geeignete Infrastruktur übertragen werden kann.

Es lassen sich folgende Betriebsarten (operating mode) unterscheiden:

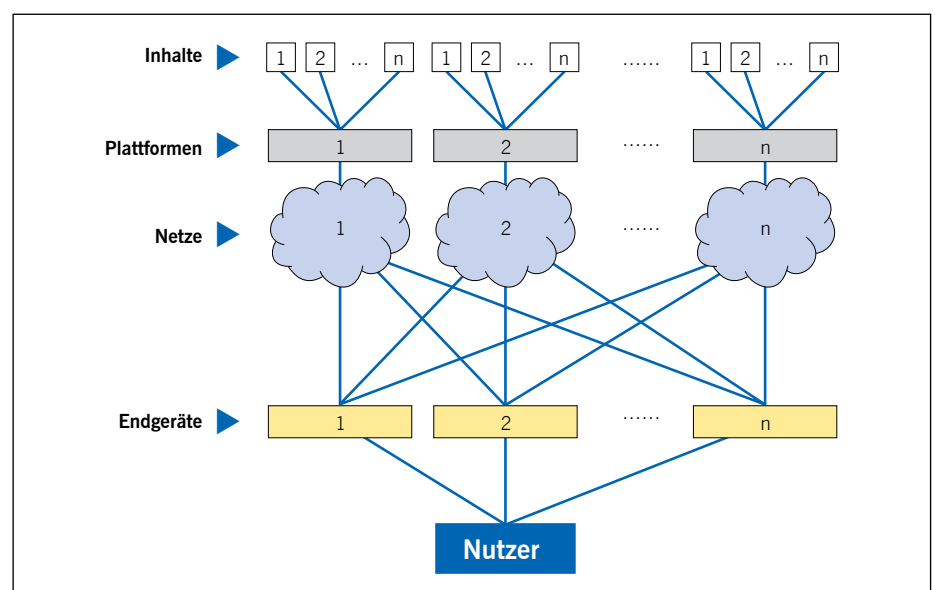
- **Stationärer Betrieb:** Die Endgeräte der Nutzer haben gegenüber der sendenden Stelle eine feste Position.
- **Portabler Betrieb:** Die Endgeräte der Nutzer weisen gegenüber der sendenden Stelle unterschiedliche Positionen auf.
- **Mobiler Betrieb:** Die Endgeräte der Nutzer weisen gegenüber der sendenden Stelle ständig veränderte Positionen auf.

Eine Schlüsselfunktion bezüglich der Interoperabilität nehmen die Plattformbetreiber (platform operator) ein, weil diese aus ökonomischen Gründen starken Einfluss auf die Marktsituation bewirken. In den meisten Fällen streben diese vertikale Märkte an, die möglichst alle Stufen der Wertschöpfungskette umfasst. Das führt zu Marktbeherrschung und im Grenzfall zum Monopol, was für die Interoperabilität kontraproduktiv ist. Im Gegensatz dazu stehen horizontale Märkte, bei denen alle Stufen der Wertschöpfungskette unabhängig voneinander sind und deshalb Wettbewerb ermöglichen (Bild 2).

Sollen Netze, bei denen verschiedene Technologien zum Einsatz kommen können, digitale Signale unterschiedlicher Standards (IP, DVB ...) übertragen, dann ist Interoperabilität mithilfe von Konvertern realisierbar.

Endgeräte und Interoperabilität

Bei den typischen Endgeräten, wie TV-Gerät, Set-Top-Box, Smartphone und anderen, führt die Interoperabilität zu den größten Herausforderungen.



1 Idealfall der Interoperabilität

Autor

Dipl.-Ing. Ulrich G. P. Freyer ist Analyst für Medientechnik und Fachjournalist. Er war viele Jahre Leiter des Bereichs Technik der LfM Nordrhein-Westfalen.

Quelle: U. Freyer

derungen. Wenn nämlich alle über die verschiedenen Netze übertragbaren Inhalte empfangen, wiedergegeben und ggf. gespeichert werden sollen, dann müsste es sich um eine „eierlegende Wollmilchsau“ handeln. Solche Geräte sind allein aus wirtschaftlichen Gründen unrealistisch. Es bedarf deshalb der Festlegung von Anforderungen an die Interoperabilität, die durch entsprechende Maßnahmen sicherzustellen sind. Dies führt unmittelbar zu der Frage, welche Aspekte für die Beteiligten, also die Inhaltenanbieter, die Plattformbetreiber, die Netzbetreiber, die Gerätehersteller und die Nutzer von Bedeutung sind.

Für die Inhaltenanbieter ist eine möglichst umfassende Interoperabilität von besonderem Interesse, da sie eine große Nutzerreichweite ermöglicht. Für Plattformbetreiber, die als Dienstleister Inhalte bündeln und als Pakete vermarkten, kann umfassende Interoperabilität die Geschäftsmodelle vereinfachen. Bei Netzbetreibern (d. h. Betreiber von Sendernetzen, Kabelnetzen, DSL-Netzen, Glasfasernetzen ...) bestimmt die Interoperabilität den technischen Aufwand im Netz und damit auch die Kosten. Für die Gerätehersteller bedeutet die Forderung nach mehr Interoperabilität

einen größeren Aufwand bei den Endgeräten, was sich für den Nutzer kostenrelevant auswirkt. Der Nutzer ist dagegen grundsätzlich an einem hohen Grad an Interoperabilität interessiert, weil diese den Einsatzbereich der Endgeräte möglichst wenig einschränkt (Bild 3).

Da sich universelle Interoperabilität in der Praxis nicht realisieren lässt, bedarf es der Festlegung von Mindestanforderungen und damit um folgende Fragestellung: Welches Angebot soll mit welchem Endgerät an welcher Stelle im Übertragungssystem in welchem Umfang bezüglich Empfang, Speicherung und Wiedergabe interoperabel sein? Dabei gilt es auch, die interaktiven Dienste zu berücksichtigen.

Bei den Endgeräten ist im Rahmen der Interoperabilität auch die als Kompatibilität (compatibility) bezeichnete Verträglichkeit von Bedeutung. Dabei handelt es sich um das Leistungsmerkmal, auch Übertragungsverfahren verarbeiten zu können, die höhere oder niedrigere Wertigkeit aufweisen. Hier sind folgende Arten zu unterscheiden:

- **Abwärtskompatibilität:** Das Endgerät kann gegenüber dem aktuell genutzten Übertra-

gungsverfahren auch solche mit geringeren Leistungsmerkmalen verarbeiten.

- **Aufwärtskompatibilität:** Das Endgerät kann gegenüber dem aktuell genutzten Übertragungsverfahren auch solche mit höheren Leistungsmerkmalen verarbeiten.

Im Regelfall ist Abwärtskompatibilität gegeben, was Flexibilität bei der Beschaffung neuer Endgeräte bedeutet.

Schnittstellen als Systembestandteile

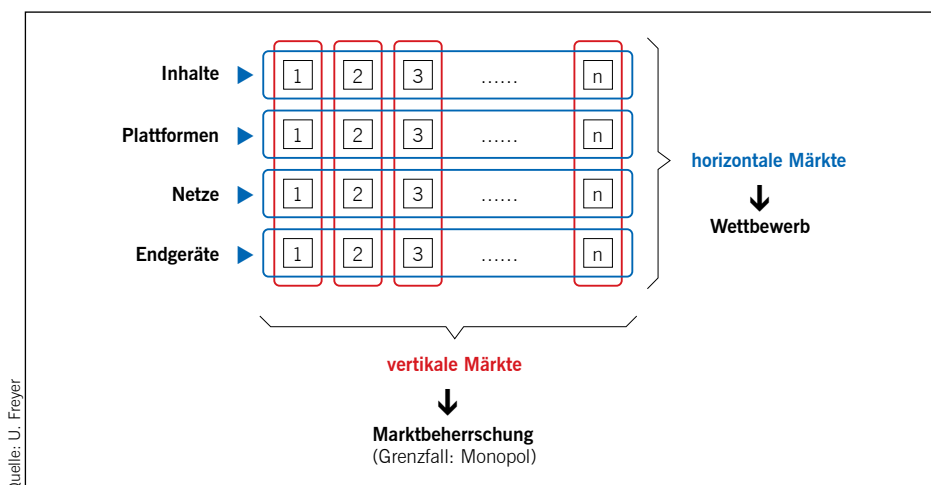
Alle Übertragungssysteme bestehen aus Geräten, Baugruppen und sonstigen Komponenten, die als Hardware funktionsbezogen miteinander verbunden werden müssen. Dafür stehen stets jeweils entsprechende Anschlüsse als Schnittstellen (interfaces) zur Verfügung. Die Verbindung zwischen ihnen erfolgt durch elektrische oder optische Leitungen, es ist aber auch die Nutzung von Funkverbindungen mit Hilfe elektromagnetischer Wellen möglich. Bei diesem „drahtlosen“ Konzept gilt auch die Bezeichnung Luft-Schnittstelle.

Es gibt in der Informations- und Telekommunikationstechnik (ITK) eine Vielzahl von Schnittstellen, die stets durch entsprechende Spezifikationen für die dort auftretenden bzw. geforderten Signale und deren Verarbeitung gekennzeichnet sind. Es handelt sich meist um eine Kombination von Hardware und Software. Einen Spezialfall stellen die als API (application programming interface) bezeichneten Software-Schnittstellen dar. Diese anwendungsbezogenen Programmierschnittstellen ermöglichen bei Endgeräten den Update der vorhandenen Software, aber auch das Aufspielen neuer Software-Versionen.

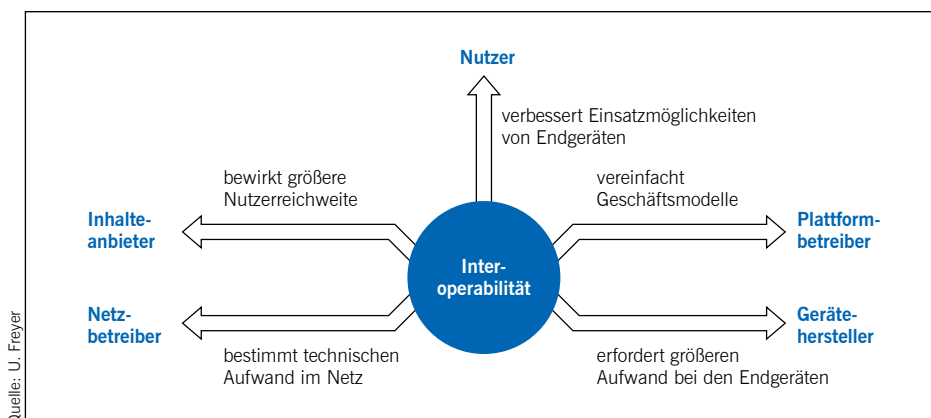
Sollen unterschiedliche Schnittstellen miteinander verbunden werden, dann ist eine entsprechende Anpassung erforderlich, um Interoperabilität zu erreichen. Diese erfolgt durch Adapter in Hardware- oder Software-Ausführung. Werden bei Hardware-Adaptoren keine aktiven Komponenten verwendet, dann handelt es sich um passive Adapter. Ansonsten liegen aktive Adapter vor, für die allerdings stets auch eine Betriebsspannung erforderlich ist (Bild 4). Software-Adapter sind Datenpakete in Form der bereits aufgezeigten APIs.

Empfangbarkeit von Diensten

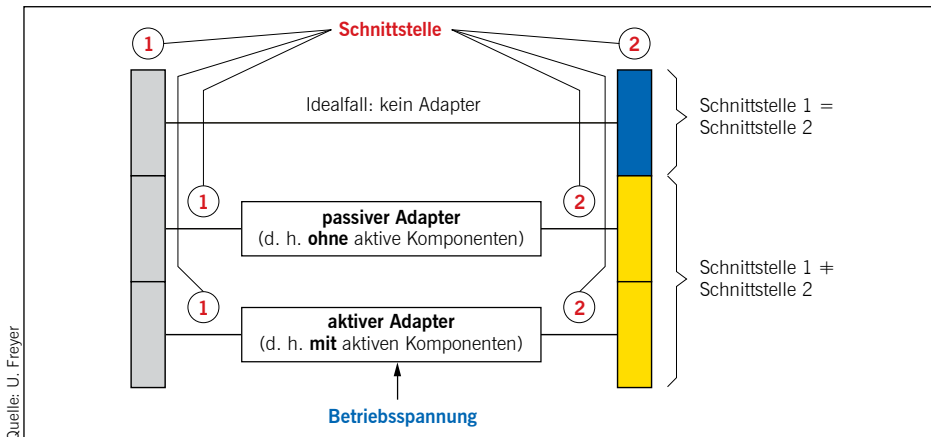
Für die Interoperabilität ist auch die Empfangbarkeit der Inhalte von Bedeutung. Unabhängig von der Übertragungstechnik lassen sich folgende Arten unterscheiden:



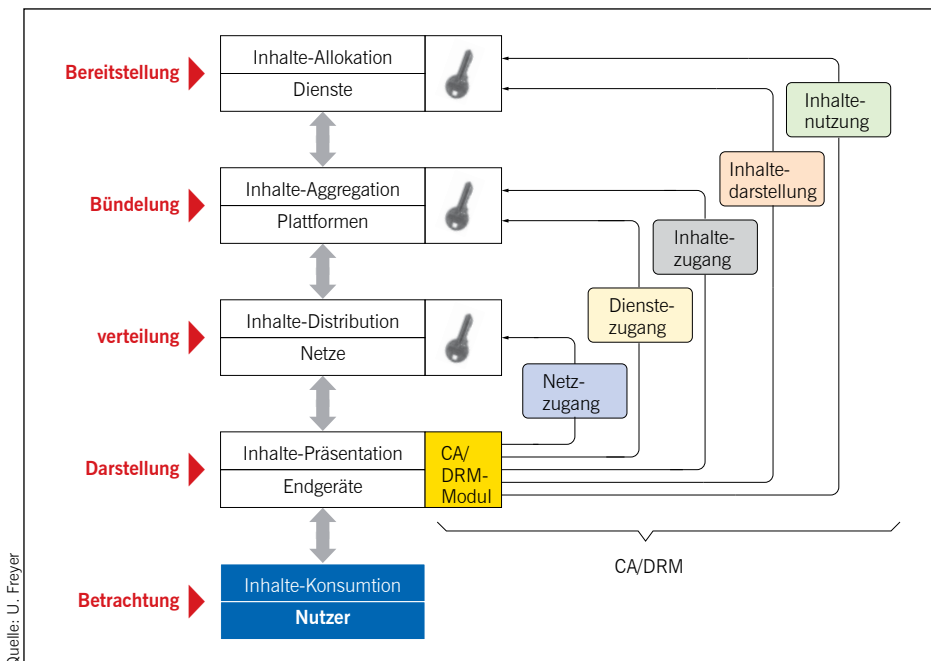
2 Vertikale und horizontale Märkte



3 Auswirkungen der Interoperabilität



4 Einsatz von Adaptern bei Schnittstellen



5 Struktur von CA/DRM-Systemen

- Freie Dienste (free services): Empfang der Inhalte ist entgeltfrei möglich (z. B. Free-TV).
- Bezahldienste (pay services): Empfang der Inhalte ist nur gegen Entgelt möglich (z. B. Pay-TV).

Frei empfangbare Inhalte bieten dem Nutzer den Vorteil, dass er vorhandene Endgeräte in folgenden Fällen unverändert weiter nutzen kann:

- Wechsel des Wohnortes
- Umstieg auf eine andere Empfangsart
- Wechsel des Plattformbetreibers/Netzbetreibers
- Sonstige Veränderungen der Empfangssituation.

Bei gegen Entgelt empfangbaren Inhalten wird stets mit Verschlüsselung (encryption) der Signale auf der Sendeseite und deren Entschlüsselung (decryption) im Endgerät auf der Empfangsseite gearbeitet. Dabei kommen CA/

DRM-Systeme zum Einsatz, wobei CA für „conditional access“ und DRM für „digital rights management“ steht. Diese regeln einerseits den Zugang zu Netzen, Plattformen und Inhalten, andererseits aber auch die Nutzung der Inhalte (z. B. Speichermöglichkeit) (Bild 5). Solche Systeme sind durch folgende Funktionalitäten gekennzeichnet:

- Authentifizierung des Endgerätes (z. B. durch MAC-Adresse, IP-Adresse ...)
- Authentifizierung des Nutzers (z. B. durch Smart Card, SIM Card, eSIM Card, PIN, biometrische Werte ...)
- Überprüfung der Nutzungsrechte und -bedingungen für den jeweiligen Inhalt
- Freigabe der Schlüssel zur Entschlüsselung des Inhalts.

CA/DRM-Systeme basieren stets auf Software. Dabei handelt es sich meist um proprietäre Implementierungen, was zu einer Marktfrag-

mentierung und unzureichender Interoperabilität führt. Als prinzipielle Lösung dieser Problemstellung wird inzwischen das Herunterladen von CA/DRM-Systemen oder Teilen davon gesehen. Da es sich bei CA/DRM um kundenspezifische Aspekte handelt, bedarf eine Realisierung dieser Download-Fähigkeit noch umfangreicher Abklärungen und Festlegungen, um auch die erforderliche Datensicherheit zu gewährleisten. Bei einfachen CA-Systemen wäre es allerdings schon ausreichend, wenn für alle Verschlüsselungssysteme externe CA-Module (CAM) für die Schnittstelle CI+ zur Verfügung stehen würden.

Standards und ihre Aspekte

Da es sich bei der IKT um einen Massenmarkt handelt, ist es für Interoperabilität unbedingt erforderlich, dass für möglichst alle relevanten Hardware- und Software-Anwendungen Spezifikationen vorhanden sind, damit in Systemen die bestimmungsgemäße Funktion gewährleistet werden kann. Dies erfolgt in der Praxis durch Standards (= Normen), für die folgende Definition vom British Standards Institute (BSI) stammt: „Ein Standard ist ein öffentlich zugängliches Dokument, das unter Beteiligung aller interessierter Parteien entwickelt wird und deren Zustimmung findet. Der Standard beruht auf Ergebnissen aus Wissenschaft und Technik und zielt darauf ab, das Gemeinwohl zu fördern.“

Es ist zu berücksichtigen, dass jeder Standard grundsätzlich nur eine Empfehlung darstellt, die angewendet werden kann, aber nicht angewendet werden muss. Eine Verbindlichkeit zur Einhaltung bestimmter Standards lässt sich allerdings durch Vorgaben in Ausschreibungen, Aufträgen und sonstigen Dokumenten erreichen. Auch seitens der Regulierung wird in Gesetzen und Verordnungen diese Möglichkeit durchaus genutzt. Für Standards lassen sich folgende positiven Aspekte anführen:

- Standards tragen zur Vereinheitlichung bei und führen damit zu einer geringeren Marktsegmentierung.
- Standards erhöhen den Wettbewerb zwischen den Anbietern und führen damit zu sinkenden Preisen.
- Wettbewerb erhöht den technischen Fortschritt, weil mehr Forschung und Entwicklung getrieben wird.
- Durch den Bezug auf Standards lässt sich der Aufwand für die Vergabe von Aufträgen reduzieren.
- Erst die Standardisierung ermöglicht den effizienten Aufbau komplexer Systeme.

- Standards bewirken eine große Verbreitung der darauf basierenden Produkte.
- Standardisierung ist oft ein langwieriger Prozess und erfordert in der Regel Kompromisse bei der Festlegung von Anforderungen.

Varianten der Standards

In der Praxis gibt es drei Urheber für Standards:

- Offizielle Standardisierungsorganisationen
- Fachverbände
- Unternehmen.

Die Unterschiede bestehen hier einerseits bei den Beteiligten und andererseits in der Prozedur für die Erarbeitung und Pflege der Standards. Für die Informations- und Kommunikationstechnik sind besonders die **offiziellen Standardisierungsorganisationen** auf europäischer und internationaler Ebene von Bedeutung. Dazu gehören:

- Europäisches Institut für Standardisierung in der Telekommunikation: **ETSI** (European Telecommunications Standards Institute)
- Internationale Organisation für Standardisierung: **ISO** (International Organization for Standardisation)
- Internationale Elektrotechnische Kommission: **IEC** (International Electrotechnical Commission)
- Internationale Fernmeldeunion: **ITU** (International Telecommunication Union).

Bei vorstehend angeführten Organisationen ist die Erarbeitung von Standards transparent strukturiert und ermöglicht die Mitwirkung aller Betroffenen. Es handelt sich deshalb um **offene Standards**.

Es gibt auch **Fachverbände**, die sich bei der Standardisierung engagieren. Die Ergebnisse werden als **Verbandsstandards** bezeichnet, wobei die Erarbeitung dieser Dokumente wie bei offenen Standards gemäß einer festgelegten Prozedur erfolgt. Die Mitwirkung an dieser Standardisierung und die Entscheidung über einen Standard bleibt allerdings in der Regel den Verbandsmitgliedern vorbehalten. Damit ist keine Transparenz für die Öffentlichkeit gegeben, weshalb es sich um proprietäre Ansätze handelt, bei dem die Interessen des jeweiligen Verbandes im Vordergrund stehen. In der Praxis haben Verbandsstandards durchaus Bedeutung, weil sich zahlreiche von ihnen im Markt durchsetzen konnten. Ein typisches Beispiel ist die Standardfamilie IEEE 802.11x (wobei der Kleinbuchstabe x für die Version des Standards steht), die ein weltweit bedeutendes Regelwerk für Funktion, Aufbau und Betrieb funkgestützter lokaler Datennetze (wireless local area network (WLAN)) dar-

stellt. Der Herausgeber ist das IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) in den USA, also der Fachverband der Elektro- und Elektronikingenieure in den Vereinigten Staaten von Amerika.

Im europäischen Raum spielt auch die Europäische Rundfunkunion (European Broadcasting Union (EBU)) als Fachverband eine wichtige Rolle bei der Standardisierung. Es ist zu beachten, dass sich von Fachverbänden herausgegebene Standards primär an den Interessen der Mitglieder orientieren.

Für jedes **Unternehmen** ist aus wirtschaftlichen Gründen ihr Marktanteil von Wichtigkeit. Gelingt es ihm, allein oder im Verbund mit anderen einen Standard im Markt zu etablieren, dann ist das aus ökonomischer Sicht von Vorteil. Bei derartigen Standards handelt es sich stets um proprietäre Lösungen, die sich am Vorteil des bzw. der beteiligten Unternehmen orientieren, wobei der oder die Urheber keinen Vorgaben von außen unterliegen. Es gilt deshalb die Bezeichnung **Industriestandard**. Ein typisches Beispiel dafür ist das Betriebssystem Windows 10 der Fa. Microsoft.

Das Problem jedes Industriestandards besteht darin, dass bei deren Erarbeitung, Änderung und Aktualisierung von Dritten kein Einfluss genommen werden kann. Damit ist keine Transparenz gegeben, was durchaus zu einer Diskriminierung anderer Marktteilnehmer führen kann.

Während offene Standards für jeden Marktteilnehmer Gleichbehandlung gewährleisten, sind Verbandsstandards und Industriestandards stets an spezifischen Interessenlagen orientiert. Es wird deshalb bei offenen Standards auch von de-jure-Standards gesprochen, während die anderen als de-facto-Standards bezeichnet werden. Das gilt unabhängig davon, wie stark ein Standard im Markt vertreten ist.

Einsatzbereiche von Standards

In der analogen Welt waren Aufbau und Betrieb von Geräten und Systemen wenig problematisch, weil der Einsatz dienstespezifischer Netze erfolgte und die relevanten Standards stets definierte Vorgaben über die mechanische und elektrische Dimensionierung von Schnittstellen und ebenso über Werte der auftretenden bzw. erforderlichen Signale hinsichtlich Pegel, Frequenz, Bandbreite, Störabstand und anderen Kenngrößen aufwiesen. Das führte zu einer unkomplizierten Verbindung von Geräten, Baugruppen und sonstiger Komponenten sowie zu einer schnellen Funktionsfähigkeit des jeweiligen

Helden sollten nicht warten.

Mietservice.
Besser. DBL.



Wir kümmern uns um
Ihre Berufskleidung.
Und Ihre Kunden werden
Sie vergöttern.

DBL – Deutsche
Berufskleider-Leasing GmbH
info@dbl.de | www.dbl.de

dbl service
Miettextilien

Gesamtsystems. Für dieses Konzept hat sich der Begriff „plug & play“ etabliert. Diese Situation gilt allerdings in der heutigen digitalen Welt nicht mehr, weil digitale Netze universell einsetzbar sind, also unabhängig von der Technologie für jeden Dienst (Bild 6). Außerdem lassen praktisch alle relevanten Standards vielfältige Varianten der Werte für den Betrieb zu. Deshalb ist die gerne verwendete Bezeichnung „toolbox“ durchaus zutreffend. Wie bei einem Werkzeugkasten besteht bei solchen Standards stets die Notwendigkeit aus dem Gesamtangebot eine Auswahl von Werten oder sonstigen Spezifikationen vorzunehmen. Da in Übertragungssystemen üblicherweise unterschiedliche Geräte, Baugruppen, Komponenten und Verfahren zum Einsatz kommen, kann es zu betrieblichen Kollisionen kommen, wenn die standardbezogenen Festlegungen nicht zueinander passen. Es bedarf deshalb zuerst einmal bei jedem System einer „Ende-zu-Ende“-Betrachtung, damit eine ungestörte Übertragung zumindest theoretisch funktionieren kann. Dabei ist zu beachten, dass in der digitalen Welt die meisten Schnittstellen softwarebasiert arbeiten und deshalb jede Einstellung oder Änderung eines Wertes eine Umprogrammierung erfordert. Die Form der Konfiguration muss bei jedem Gerät und jeder Baugruppe durchgeführt werden.

Wege zur Interoperabilität

Um Interoperabilität zu erreichen, gibt es folgende grundsätzliche Möglichkeiten (Bild 7):

- Standards für Endgeräte und Netze
- Ausstattung der Endgeräte für den Anschluss an unterschiedliche Netze
- Anpassung unterschiedlicher Schnittstellen durch Adapter.

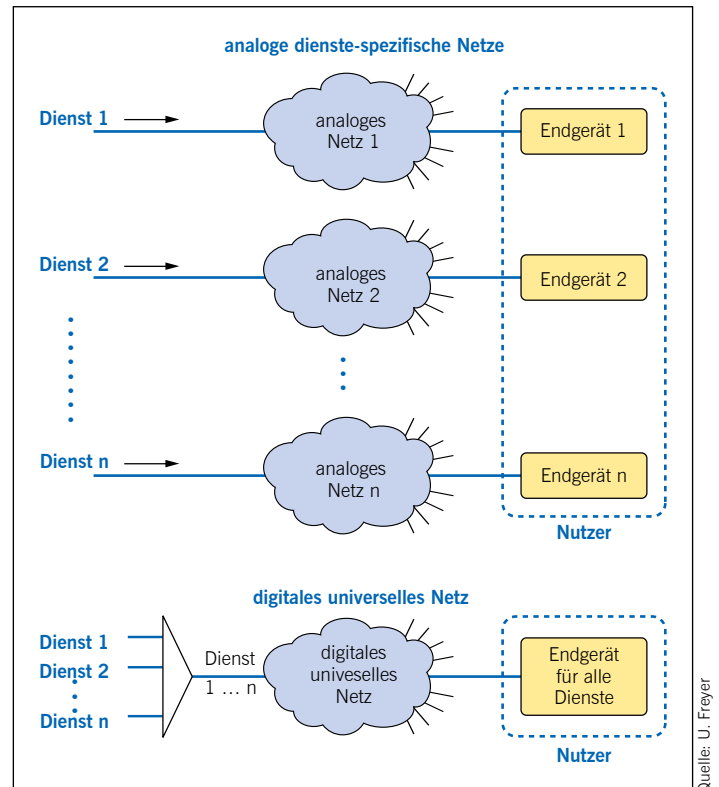
Dies kann durch Mandatierung, also regulative Vorgaben, bewirkt werden und/oder durch freiwillige Vereinbarungen der Marktteilnehmer. In der Praxis ist die Interoperabilität von Endgeräten aus folgenden Gründen nur begrenzt gegeben:

- Endgeräte mit ausgeprägter Interoperabilität sind technisch aufwendig und werden deshalb als unwirtschaftlich betrachtet.
- Endgeräte mit ausgeprägter Interoperabilität betrachten Plattformbetreiber/Netzbetreiber häufig als kontraproduktiv zu ihren Geschäftsmodellen, die stets eine unmittelbare Kundenbindung zum Ziel haben.

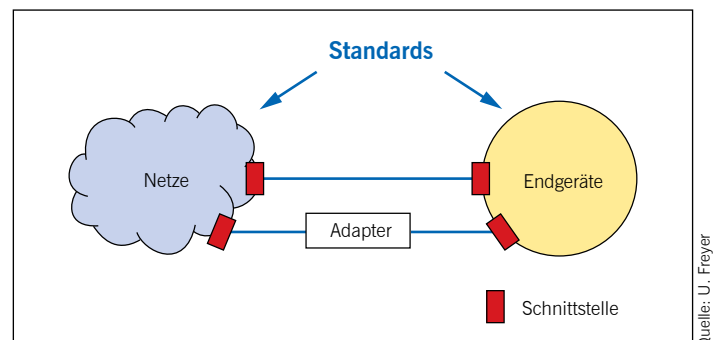
Der Nutzer empfindet Interoperabilität subjektiv als gegeben, wenn folgende Kriterien erfüllt sind:

- Das Endgerät ist durch geeignete Maßnahmen (z. B. „Runterladefähigkeit“) zukunfts-

6 Netzvarianten



7 Wege zur Interoperabilität



sicher (future proofed), was Investitionsschutz bedeutet.

- Er kann jedes Endgerät im freien Markt erwerben.
- Er kann den Plattformbetreiber/Netzbetreiber frei wählen.
- Er kann ungehindert eine Vielzahl von Diensten unterschiedlicher Inthanbieter nutzen.
- Der Betrieb verläuft stabil, also ohne Aussetzer oder Ausfälle.
- Die gespeicherten Einstellungen und Inhalte bleiben auch nach einem Wechsel des CA/DRM-Systems unverändert erhalten.

Fazit

Die Interoperabilität steht immer im Spannungsfeld zwischen Aufwand und Wirtschaftlichkeit, also den auftretenden Kosten. Deshalb ist eine „vollständige“ Interoperabilität in der Praxis nicht erreichbar. Aus die-

sem Grund stellen umfassende Standardisierung, definierte Schnittstellen bei Netzen und Endgeräten sowie die Bereitstellung von Adaptern, einen zweckmäßigen Lösungsansatz dar. Bei den Endgeräten sollte außerdem die Nachrüstbarkeit bzw. Umrüstbarkeit von Leistungsmerkmalen mithilfe von Hardware und/oder Software möglich sein. Beide Ansätze führen zu einer nutzerfreundlichen Perspektive für preisgünstige Endgeräte mit hoher Leistungsfähigkeit und ausgeprägter Interoperabilität.

Abschließend sei auch noch auf ein weiteres Erfordernis hingewiesen, nämlich die ausreichende Information der Nutzer über die bei der Interoperabilität gegebenen Zusammenhänge und das Angebot umfassender Beratung. Nur ein „aufgeklärter“ Nutzer ist in der Lage und bereit, die für ihn stets kostenrelevanten Entscheidungen kompetent zu treffen, was sicher auch im Interesse aller Anbieter und Betreiber liegt. ■