

Vorwort

„Der Fortschritt geschieht heute so schnell, dass, während jemand eine Sache für gänzlich undurchführbar erklärt, er von einem anderen unterbrochen wird, der sie schon realisiert hat.“

Albert Einstein

Ob der Genius des 20. Jahrhunderts bereits seinerzeit geahnt hatte, was in punkto Unterhaltungselektronik Großartiges und Vielfältiges entstehen würde? Für uns heißt es heute nicht selten: „Glotze an – Alltag raus!“ oder wir schauen unterwegs die aktuelle Folge unserer Lieblingsserie auf dem Weg ins Büro. Doch wie kommt das Video der letzten Familienfeier auf die Beamerleinwand, der neueste Blockbuster per Stream auf den TV-Bildschirm oder der aktuelle Podcast auf das Display unseres Smartphones?

Fernsehen ist nicht mehr nur „Der Alte“ zur selben Zeit, am selben Ort. Heute können wir immer und überall mithilfe modernster Multimediatechnik unterhalten und informiert werden. Der Empfang von Filmmaterial aus fast einhundert Jahren ist kinderleicht und auf diversen Wegen möglich. Deshalb lässt sich das Fernsehen nicht in eine einzige Schublade pressen, es ist ein Teil der Mediengeschichte, die aus vielen Bereichen der Funk-, Film-, Hörfunk-, Telekommunikations- und Raumfahrttechnik aber auch des gesellschaftlichen und sogar politischen Wandels besteht. Was auf dem Papier anno 1880 mit einer Idee zur seriellen Bildübertragung begann und letztlich in den 1930er Jahren mit der Kathodenstrahlröhre von Ferdinand Braun und Manfred von Ardenne erstmalig realisiert wurde, ist heute eine Selbstverständlichkeit.

Bereits Mitte des 20. Jahrhunderts entstand ein Massenmarkt, der sich bis heute unaufhaltsam entwickelt. Immer größer, kompakter, schneller, brillanter werden die stationären und mobilen Endgeräte zur Bildwiedergabe. TV-Geräte entwickelten sich von klobigen Mattscheiben zu eleganten Displays mit präziser Nanotechnologie – von superschlank bis gebogen, mit FullHD oder nativer UltraHD-Auflösung, einzigartigen Farben und einem nie da gewesenen Kontrast, stationär oder mobil. Der klassische TV-Apparat hat ausgedient, Fernsehen ist heute viel mehr: Entertainer, Ratgeber, Seelsorger, Babysitter, Mentor, Ideengeber, Trendsetter und die Schnittstelle zu einer globalisierten Welt.

Dieses Buch erzählt die Geschichte des Fernsehens von den Anfängen bis zur Gegenwart. Es vermittelt Grundlagen über die menschliche Wahrnehmung, die Farbmeterik, Farbraummodelle, Bildauflösungen und Videoformate sowie technische Hintergründe zum analogen und digitalen Fernsehen, der Videosignalübertragung, diversen Kompressionsverfahren, zur Kalibrierung beziehungsweise Bildoptimierung und erläutert darüber hinaus wichtige Standards in Bezug auf DVB, HDMI, HEVC und das CIE-Normvalenzsystem. Während viele Bücher hier enden, beleuchtet dieses Praxis-Handbuch die Video-Features der Gegenwart sowie aktuelle Bildwiedergabetechnologien im Zusammenhang mit OLED, Quantum Dots oder aber Curved-TV und beantwortet zahlreiche Fragen rund um das Thema Multimedia.

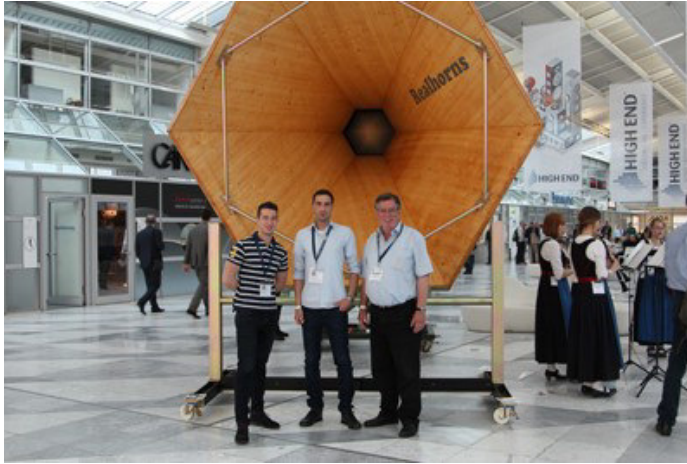
Die Firma BUROSCH arbeitet mit diversen Forschungseinrichtungen, namhaften Herstellern sowie verschiedenen Warentestern zusammen, wobei jeder einzelne Partner von diesem einzigartigen Netzwerk partizipiert. Im Besonderen sei hier die technische Fakultät der Hochschule Pforzheim und Professor Blankenbach zu nennen, der verantwortlich ist für die Vertiefungsrichtung Displaytechnik im Studiengang Elektrotechnik. Im Bereich der Messtechnik entwickelte BUROSCH seinen neuen Lichtsensor gemeinsam mit Professor Seelmann und Professor Dittmar der Hochschule Aalen.

In der Praxis arbeitet BUROSCH mit zahlreichen Fachzeitschriften zusammen, die auf Basis der BUROSCH-Testbilder ihre vergleichenden Warentests durchführen; hierzu zählen unter anderem HDTV, CHIP, c't, SATVISION, AUDIO VIDEO FOTO BILD oder auch sat+kabel. Weitere Auftraggeber von BUROSCH sind neben der European Broadcast Union in Genf oder dem Institut für Rundfunktechnik in München selbstverständlich in der Industrie zu finden. Weltweit kommt hier das BUROSCH-Know-how zum Einsatz, wenn es beispielsweise darum geht, im Shoot Out herauszufinden, welcher Hersteller das beste Display bietet und wie die Bildwiedergabe optimiert werden kann. Wer also einen Fernseher, Monitor oder Beamer von Sony, Panasonic, Samsung, LG, Changhong etc. kauft, der kann darauf vertrauen, dass die Qualitätskontrolle mit BUROSCH-Testbildern durchgeführt wurde.

Auf Basis dieser exklusiven Kooperation kann letztlich jeder Kunde, Anwender sowie Leser dieses Buches die hervorragende Sachkenntnis, das umfassende Praxiswissen sowie die daraus resultierende Präzision und Professionalität der BUROSCH-Messtechnik nutzen.

„Medientechnik – Grundlagen. Geschichte. Gegenwart.“ ist ein praktisches Gemeinschaftswerk der Firma BUROSCH. An der Erstellung beteiligten sich zahlreiche Fachleute, die sich nicht zuletzt auf diesem Wege für die langjährige Zusammenarbeit mit BUROSCH bedanken wollen. Zu ihnen gehört

einer der erfahrensten und profiliertesten TV-Entwickler Deutschlands. Konrad L. Maul war es eine Ehre, das Technik-Essay für dieses Buch zu schreiben. Er war 37 Jahre in der Fernsehentwicklung tätig und leitete unter anderem das Entwicklungsteam für das erste 100-Hertz-Gerät der Firma Grundig.



Andreas Burosch, Steffen Burosch und Klaus Burosch, High End München 2015

Technik-Essay von Konrad L. Maul

Das erste deutsche Fernsehpatent von Paul Nipkow

„Der hier zu beschreibende Apparat hat den Zweck, ein am Orte A befindliches Objekt an einem beliebigen anderen Orte B sichtbar zu machen“, sind die einleitenden Worte in Paul Nipkows Patentschrift von 1885 mit dem Titel „Elektrisches Teleskop“. Ein wahrer Geniestreich, wie wir im Folgenden noch sehen werden. Und da sich 2015 der Start des weltweit ersten regulären Fernsehprogramms zum achtzigsten Mal jährt, soll es der Anlass sein, diese Schlüsselerfindung näher in Augenschein zu nehmen.



Foto: commons.wikimedia.org

Abbildung 1: Paul Nipkow (1860-1940) Fernsehpionier

Paul Nipkow wurde als Sohn eines Bäckermeisters 1860 in Lauenburg (Pommern) geboren. Er besuchte das Gymnasium und interessierte sich schon früh für Naturwissenschaften und Technik. Und wie es bei vielen jungen Menschen der Fall ist, die später Technik und Ingenieurwissenschaften als ihre Berufung erleben, hatte auch der junge Nipkow Freude am Experimentieren. In seinem Heimatort wurde zu dieser Zeit im Postamt eine Fernsprechstelle eingerichtet, damals eine technische Sensation. Er überredete den zuständigen Postbeamten, den er gut kannte, ihm den Bell-Telefonhörer der Sprechstelle über Nacht zu leihen. Er baute ein Mikrophon dazu und stellte mit dieser einfachen Telefonverbindung Versuche an.

Nach dem Schulabschluss ging Paul Nipkow zum Studium nach Berlin. Er studierte Mathematik, Physik und hörte auch Vorlesungen über Elektrotechnik. Am Heiligabend 1883 soll er, so sagt jedenfalls die Anekdote, dann sein Heureka-Erlebnis gehabt haben. Eine Fahrt nach Hause zu seiner Familie konnte er sich mit seinem spärlichen Budget nicht leisten. Also saß er alleine in seiner Studentenbude und sah durch das Fenster die brennenden Kerzen an den Weihnachtsbäumen in der Nachbarschaft. Er fühlte sich einsam. Da soll ihm der Gedanke gekommen sein, welche phantastische Möglichkeit es wäre, zumindest mittels eines „Telephons für Bilder“ am Geschehen zu Hause teilnehmen zu können und er erdachte ein vollkommen neues Prinzip der Bildzerlegung und des Bildaufbaus.

Bevor wir uns aber Paul Nipkows Erfindung näher ansehen, werfen wir zunächst einen Blick auf die technischen Erkenntnisse und Grundsatzüberlegungen, die ihm seinerzeit zur Verfügung standen.

Der englische Elektroingenieur Willoughby Smith hatte 1873 Messergebnisse an Stäben aus kristallinem Selen unter Lichteinwirkung veröffentlicht. Er gilt damit als Entdecker des Photowiderstandes. Ein Bauelement war gefunden, das Lichtwerte in entsprechende elektrische Stromwerte umwandeln konnte. „Warum nicht diese neue Selenzelle zur Übertragung eines realen Bildes über eine Telegraphenleitung verwenden?“, dachte sich der französische Notar und Erfinder Constantin Senlecq. Er veröffentlichte 1881 das erste Buch in der Weltgeschichte über Fernsehen „Le Téléroscope“. Senlecq war nicht der Einzige, der das Prinzip vorschlug, ein Bild in Bildpunkte zu zerlegen, deren Helligkeitswerte in elektrische Ströme zu wandeln, diese nacheinander auf einer Telegraphenleitung zu übertragen, um sie dann auf der Empfangsseite wieder zusammensetzen. Aber gemeinsam war allen Überlegungen zu dieser Zeit, dass die vorgeschlagenen Konzepte der Bildabtastung technisch nicht umsetzbar seien.

Paul Nipkow zögerte nicht lange und reichte sein Fernsehsystem „Elektrisches Teleskop“ schon nach den Weihnachtsfeiertagen am 6. Januar 1884 zur Patentierung beim Kaiserlichen Patentamt ein. Die Patentierung erfolgte dann am 15. Januar 1885 (siehe Abbildung 2). Die Ausgestaltung der Erfindung zeigt Abbildung 3 anhand von drei Zeichnungen.



Abbildung 2: Deckblatt des ersten deutschen Fernsehpatents von Paul Nipkow

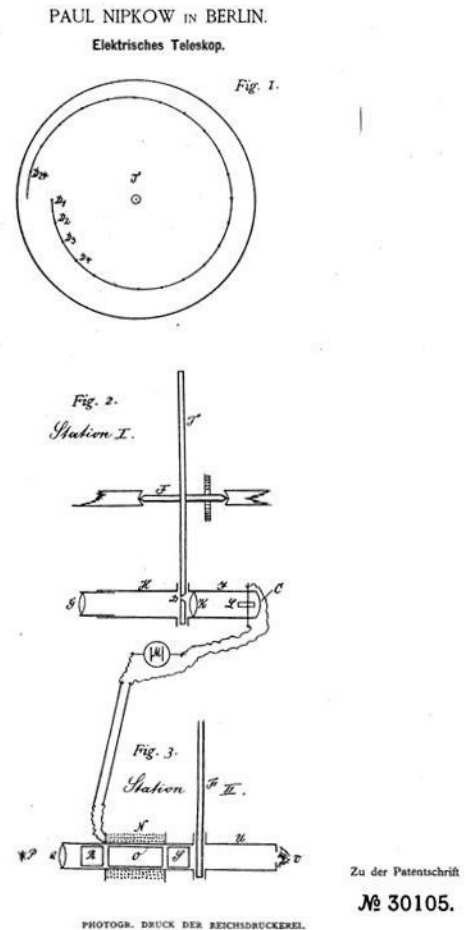


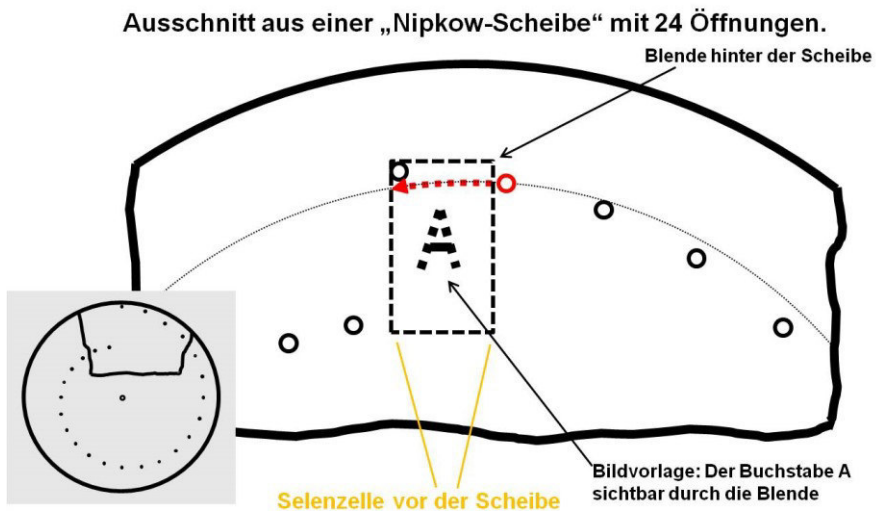
Abb. Deutsches Patent- und Markenamt DE000000030105A Seite 5

Abbildung 3: Erstes deutsches Fernsehpatent von Paul Nipkow; Ausgestaltung der Erfindung anhand von drei Zeichnungen

Zum leichteren Verständnis der Beschreibung wurden die Originalzeichnungen des Patentbesitzers in zwei Prinzipzeichnungen (Abbildung 4 und 5) umgeformt.

Beginnen wir mit der Nipkow-Scheibe selbst: Nipkow schlägt vor, entlang einer Spirallinie in gleichmäßigen Abständen Bohrungen anzubringen, in seinem Ausführungsbeispiel sind es 24. Mittels eines Uhrwerks wird die Scheibe in gleichmäßige Umdrehungen versetzt. Die Scheibe dreht sich vor dem zu übertragenden Objekt, in unserem Beispiel der Einfachheit halber

die Zeichnung des Buchstabens A. Hinter der Scheibe befindet sich eine Blende, die hier rechteckförmig gezeichnet ist. Paul Nipkow hatte eine rohrförmige Konstruktion gewählt, die einen kreisförmigen Bildausschnitt liefert hätte. Wenn wir nun von vorne auf die Scheibe sehen, gibt diese jeweils nur den Bereich der Vorlage frei, der durch eine Bohrung zu sehen ist. Die Abstände der Bohrungen sind so gewählt, dass wenn eine Bohrung den linken Rand des Blendenfensters erreicht, die nächste Öffnung am rechten Rand des Blendenfensters erscheint.



**Der rote Kreisbogen beschreibt Abtastung einer Fernsehzeile.
Die Selenzelle setzt Helligkeitswerte in Widerstandswerte um.**

Abb. M2Counselling

*Abbildung 4: Prinzipzeichnung des Patents: Nipkow-Scheibe mit 24 Öffnungen;
Funktionsprinzip der Bildabtastung*

Der rot markierte Kreisbogen in Abbildung 4 beschreibt den Weg der roten Öffnung und entspricht damit quasi einer Abtastzeile des Nipkow'schen Fernsehsystems. Wenn Öffnung 24 den linken Blendenrand erreicht, hat die Scheibe eine ganze Umdrehung durchgeführt und damit ein ganzes Bild mit 24 Zeilen abgetastet. Die Bildabtastung beginnt mit der nächsten Umdrehung für das nächste Bild wieder von vorne. Für die Übertragung muss nun der Helligkeitswert jedes Bildpunktes, den die jeweiligen Scheibenöffnungen freigeben, in einen elektrischen Wert umgewandelt werden. Dazu sieht Paul Nipkow an der Stelle, auf der wir in der Prinzipskizze auf die Scheibe geblickt haben, einen Selenwiderstand vor. Dieser setzt nun die Punkthelligkeit in einen Widerstandswert um.

In Abbildung 5 ist links der prinzipielle Aufbau der Sendestation zu sehen. Der Photowiderstand ist über eine Batterie mit den beiden Drähten der Fernleitung verbunden.

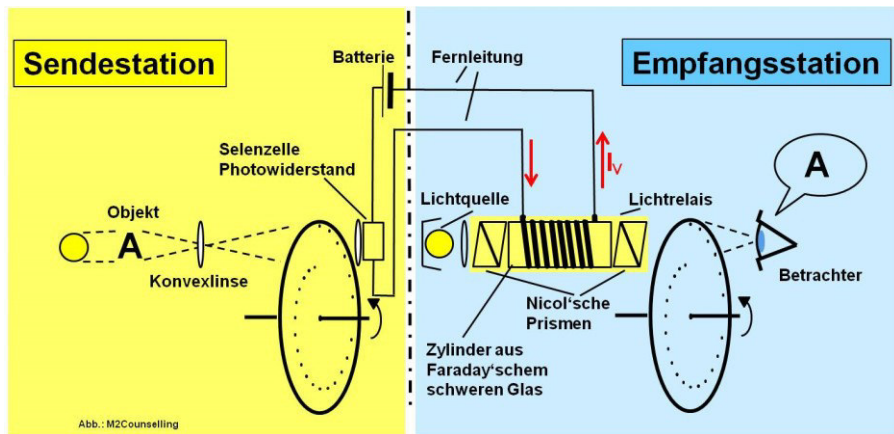


Abbildung 5: Prinzipzeichnung des Patents: Aufbau der Sende- und Empfangsstation

Auf der rechten Seite zeigt Abbildung 5 den Aufbau von Nipkows Empfangsstation. Hier verwendet er eine mit der Senderseite baugleiche Nipkow-Scheibe, die ebenfalls von einem Uhrwerk angetrieben wird und sie so synchron zur Sendestation in gleichmäßige Umdrehungen versetzt. Auf der Empfängerseite müssen nun die auf der Senderseite durch die Abtastung erhaltenen Widerstandswerte wieder in Helligkeitswerte der einzelnen Bildpunkte umgewandelt werden.

Die zur Zeit der Patentanmeldung vorhandenen elektrischen Lichtquellen waren die Kohlebogenlampe und die von Edison 1879 zum Patent eingereichte Kohlefadenglühlampe. Beide waren für die direkte Umwandlung der schnellen Helligkeitswechsel, die Nipkows elektromechanisches Verfahren erfordert, nicht geeignet. Deswegen griff er auf den von Michael Faraday 1846 entdeckten Effekt der Polarisationsdrehung des Lichts zurück. Dabei wird die Polarisationsebene eines Lichtstrahls, der in ein durchsichtiges Medium geleitet wird, durch ein Magnetfeld längs dieses Mediums gedreht.

Abbildung 5 zeigt die von Paul Nipkow vorgeschlagene Anordnung, die später auch als „Lichtrelais“ bezeichnet wurde. Dieses besteht aus einem Glasstab um den Drahtwindungen gelegt werden. Vor und hinter dem Stab sind Nicol'sche Prismen angebracht. Ein Nicol'sches Prisma besteht aus zwei mit speziellem Klebemittel aneinandergefügt Prismen. Es hat die Eigenschaft, den eingehenden Lichtstrahl einer Lichtquelle zu polarisieren, sodass am Ausgang der Lichtstrahl nur mehr eine Schwingungsebene aufweist.

Nipkow gibt an, dass die beiden Nicol'schen Prismen so gegeneinander zu verdrehen sind, dass das Licht der Lichtquelle nicht mehr am Ausgang des „Lichtrelais“ erscheint. Die Polarisations Ebenen der beiden Nicol'schen Prismen stehen dann senkrecht zueinander. Wird nun Strom durch die Spule geschickt, dreht sich nach dem Faraday-Effekt die Polarisations Ebene des Lichtstrahls beim Durchlaufen des Glasstabs, und diese steht nicht mehr senkrecht zur Polarisations Ebene des Nicol'schen Prismas am Ausgang. Licht kann also passieren. Mit der Stärke des Stromes lässt sich der Winkel der Polarisationsdrehung und somit die Helligkeit steuern. Die Spule des „Lichtrelais“ verbindet Nipkow mit den beiden Drähten der Fernleitung.

Sehen wir uns nun das Zusammenwirken der Sende- und Empfangsstation an. Die jeweilige Punkthelligkeit wird durch den Selenwiderstand in einen analogen Widerstandswert umgesetzt. Die Batterie treibt einen dem Widerstandswert entsprechenden Strom durch die Spule des „Lichtrelais“, und demgemäß stellt sich die Helligkeit am Ausgang des „Lichtrelais“ ein. Das Auge und das Gehirn des Beobachters vor der sich drehenden Nipkow-Scheibe des Empfängers setzt aus den einzelnen übertragenen Bildpunkthelligkeiten wieder den Buchstaben A der Vorlage zusammen.

Paul Nipkow hat in seiner Patentschrift noch weitere Ausführungsformen für sein „Lichtrelais“ beschrieben, die aber für die Bildübertragung nicht geeignet sind. Weiterhin gibt Nipkow folgenden Ausführungshinweis, den er mit Annahmen zum Sehsystem begründet: Das Auge empfände einen momentanen Lichteindruck 0,1 bis 0,5 Sekunden lang. Ein einheitliches Bild ergäbe sich mit seinem „Elektrischen Teleskop“, wenn beide Scheiben in 0,1 Sekunden eine Umdrehung vollenden würden. Sein System liefert demnach zehn Bilder in der Sekunde. Paul Nipkow hat also die „Trägheit“ des Sehsystems schon zur Wirkungsweise angeführt - und dies vor Erfindung der Filmkamera und des Filmprojektors durch Le Prince (1888) und Edison (1890-1891).

Ob Paul Nipkow versucht hat, sein „Elektrisches Teleskop“ praktisch zu erproben, ist nicht bekannt. Man geht davon aus, dass er es nicht getan hat. Die Frage ist natürlich, ob 1884 ein Aufbau nach seinen Prinzipzeichnungen überhaupt funktioniert hätte.

Die Antwort ist leider „nein“, und zwar aus folgenden Gründen:

- Der verwendete Selenwiderstand wäre zu träge gewesen, um die Bildpunkthelligkeiten umzusetzen.
- Das auf dem Faraday-Effekt beruhende „Lichtrelais“ hätte für die Drehung der Polarisierung so hohe Ströme benötigt, dass sie allein mit einem Selenwiderstand nicht hätten erzeugt werden können.
- Die Selbstinduktion der Spule des „Lichtrelais“ hätte die für die Bildübertragung erforderlichen schnellen Änderungen des Stromes nicht zugelassen.
- Die Synchronisation der beiden Scheibenantriebe war nicht gelöst.

Paul Nipkow ließ 1886 sein Patent aus Geldmangel erlöschen. Andere Quellen besagen, dass es erst nach 15 Jahren verfiel. Für ersteres spricht, dass er ebenfalls aus Geldmangel sein Studium 1885 abbrach und sich als "Einjährig Freiwilliger" bei einem Eisenbahnregiment verpflichtete. Danach arbeitete er als Konstrukteur bei der Zimmermann & Buchloh-Eisenbahnsignalbauanstalt. In dieser Tätigkeit hat er noch zahlreiche Erfindungen im Eisenbahnbereich gemacht.

Um elektromechanisches Fernsehen nach Paul Nipkows Vorstellungen zu verwirklichen, mussten noch einige Schlüsselbausteine erfunden werden, hauptsächlich die Fozelle durch Hallwachs, Elster und Geitel (ab 1887), die Verstärkerröhre durch Robert von Lieben und Lee de Forest (1906) und die Flächenglimmlampe durch Mac F. Moore (ab 1900). 1924, also 40 Jahre nach Einreichung des Patents von Paul Nipkow, gelang dem schottischen Erfinder John Logie Baird die erste Übertragung von Bildern mit Nipkow-Scheiben. Die erste deutsche Fernsehübertragung demonstrierte Professor August Karolus ebenfalls 1924. Sein System hatte 48 Zeilen.

Der erste deutsche Fernsehsender in Berlin Witzleben (Funkturn auf dem Messegelände) wurde 1935 zu Ehren Paul Nipkows in „Sender Paul Nipkow“ umbenannt. Und am 22. März 1935 wurde über diesen Sender das erste reguläre Fernsehprogramm gestartet. Inzwischen hatte zwar das elektronische Fernsehen Fortschritte gemacht, aber aufgrund des Zeitdrucks wurde der Betrieb noch mit elektromechanischer Abtastung auf der Aufnahmeseite aber schon mit vollelektronischer Wiedergabe gestartet. Die Zeilenzahl betrug jetzt 180 Zeilen.

Es gab nur sehr wenige Empfänger, sodass öffentliche Fernsehstuben eingerichtet wurden, in denen sich viele begeisterte Zuschauer drängten, um zum ersten Mal Fernsehen erleben zu können. Es wird berichtet, dass auch Paul Nipkow zu dieser Zeit zum ersten Mal nach seinem System übertragene Fernsehbilder sah und dass er enttäuscht gewesen sei. Die Fernsehbilder in seiner Phantasie an jenem Heiligabend 1883 waren wohl der Zeit weit voraus gewesen. Berechnet man nämlich aus den Angaben in seinem Patent - also 24 Bildzeilen und kreisförmiges Bildformat - die Bildpunktzahl, ergeben sich nur ca. 576 Bildpunkte.

Aber die Entwicklung ging weiter. Was würde Paul Nipkow wohl sagen, wenn er heute UHD-Fernsehbilder mit über 8 Millionen Bildpunkten in Farbe sehen könnte. Dazu besteht jeder dieser Bildpunkte des LC-Displays des Fernsehgerätes aus einem Subpixel für Rot, Grün und Blau. Erfreut könnte er feststellen, dass für jedes dieser Subpixel ein „Lichtrelais“ eingebaut ist. Mit zwei Polarisationsfiltern und dazwischen Flüssigkristalle, die die Polarisatonebene in Abhängigkeit der angelegten Spannung verändern und somit die Pixelhelligkeit steuern.



Konrad L. Maul, Dipl.-Ing. (FH) war 37 Jahre in der Fernsehentwicklung tätig, davon 30 Jahre in leitender Position. Als Gruppenleiter war er für das erste 100-Hertz-TV-Gerät verantwortlich. Von 2001 bis 2008 leitete er die Fernsehentwicklung von Grundig. Damit ist er einer der erfahrensten und profiliertesten TV-Entwickler Deutschlands.