

Information

der Internationalen Treuhand AG Basel · Genf · Zürich

Twisted Nematic Liquid Crystal Displays (TNLCDs)* Eine Erfindung aus Basel geht um die Welt

*Von Gerhard H. Buntz, Patentanwalt, European Patent Attorney,
Diplomphysiker, Basel*

Das Drehzellenpatent

Ende der sechziger Jahre wurde von der Geschäftsleitung der F. Hoffmann-La Roche AG (Roche) in Basel Diversifizierung in verschiedene für die Firma neue Gebiete beschlossen. Eines dieser Gebiete war die Medizintechnik.

Vom designierten Forschungsleiter für dieses Gebiet wurden verschiedene Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte definiert. Ein Thema waren die Möglichkeiten verbesserter Anzeigen für medizinische Geräte, und zwar unter anderem die Verwendung von Flüssigkristallanzeigen, die seit einiger Zeit Gegenstand der angewandten Forschung bei wichtigen Herstellern elektronischer Komponenten waren.

Flüssigkristalle (liquid crystals, LC) sind organische Substanzen, deren physikalische Eigenschaften zum Teil die von Flüssigkeiten und gleichzeitig zum anderen Teil die von kristallinen Festkörpern sind. Ihr Aggregatzustand ist flüssig wie der von Wasser oder Öl. Ihre Moleküle sind aber anders als bei echten Flüssigkeiten nicht vollkommen ungeordnet, sondern in einer Ordnungsstruktur zueinander ausgerichtet. Infolge dieser Ordnungsstruktur haben sie optische Eigenschaften von echten Kristallen, wie beispielsweise Brechung, Polarisation etc.

Die Zwitternatur der Flüssigkristalle hatte schon seit Anfang des 20. Jahrhunderts das Interesse der Forschung auf sich gezogen. Dass sie aber mehr als nur eine kuriose Anomalie darstellt und für praktische Anwendungen

* Siehe auch «Neue Zürcher Zeitung», Sonderbeilage «100 Jahre ASM» vom 20. Juni 2005.

nutzbar sein könnte, wurde zunächst nicht erkannt. Als jedoch mit der raschen Entwicklung der digitalen Elektronik die Suche nach geeigneten Anzeigeelementen einsetzte, rückten bald auch die Flüssigkristalle ins Zentrum des Interesses.

Alle Anzeigeelemente mit Flüssigkristallen, sog. Liquid Crystal Displays (LCD), haben grundsätzlich denselben Aufbau: Eine dünne Schicht aus Flüssigkristallmaterial zwischen zwei Trägerplatten, die mit Elektroden zum Anlegen einer Steuerspannung versehen sind. Die Trägerplatten sind entweder beide transparent, oder es ist eine transparent und die andere reflektiert.

Am weitesten fortgeschritten war im Jahr 1970 die Entwicklung einer Flüssigkristallzelle, die auf einem Effekt beruhte, der dynamische Streuung (dynamic scattering, DS) genannt wurde. Das Dynamic Scattering beruht auf einem Stromfluss, durch welchen im sonst klaren Flüssigkristallmaterial Turbulenzen erzeugt werden, die das Licht streuen. Seine Entwicklung fand bei der Firma RCA in den USA statt, die damals führend auf dem Gebiet der LCD-Forschung war.

Obwohl Flüssigkristallzellen auf der Basis des Dynamic Scattering in der Folge die ersten LCDs waren, die als Ziffernanzeigen, z.B. in Digitaluhren, auf den Markt kamen, waren die Nachteile dieses Effekts offensichtlich. Optische Eigenschaften, Lebensdauer, Energieverbrauch und Schaltgeschwindigkeit waren gegenüber konkurrierenden Technologien unterlegen.

Die einzige ernstzunehmende Alternative zu DS war ein Feldeffekt, bei dem also kein Stromfluss im Flüssigkristall stattfindet, nämlich die sog. Guest-Host-Interaction. Sie beruhte darauf, dass der Flüssigkristall nur Träger für zugemischte dichroitische Farbstoffmoleküle war, die ihrerseits für die optische Wirkung verantwortlich waren.

In dieser Situation setzte bei vielen Elektronikfirmen weltweit eine fieberhafte Suche nach besseren LCDs ein. Die Suche konzentrierte sich auf Feldeffekte in einer als nematisch bezeichneten Gruppe von Flüssigkristallen.

Etwas im September 1970 brachten die Forscher W. Helfrich und M. Schadt in der Physikabteilung von Roche erstmals eine Flüssigkristall(LC-)zelle zur Funktion, die auf einem von ihnen neu entdeckten Effekt beruhte. Für diesen Effekt, der später unter dem Namen Twisted Nematic (TN) Effect bekannt wurde, sind die Moleküle der Schicht aus einem nematischen Flüssigkristall infolge einer geeigneten Behandlung der Trägerplatten an diesen in einheitlicher Richtung orientiert. Die Richtungen an den beiden Platten sind aber nicht parallel, sondern gegeneinander um 90° verdreht. Dies hat zur Folge, dass die Molekülanordnung in der Flüssigkristallschicht eine kontinu-

ierliche schraubenförmige Vierteldrehung bildet, in der Art einer Wendeltreppe oder eines Korkenziehers. Von dieser verdrehten Struktur wird einstrahlendes linear polarisiertes Licht mitgedreht und verlässt die LC-Zelle mit einer um 90° gedrehten Polarisationsrichtung. Ordnet man eine solche LC-Zelle zwischen Polarisatoren an, so geschieht folgendes: sind die Polarisatoren gekreuzt, so wird das vom Eingangspolarisator linear polarisierte Licht in der LC-Zelle gedreht und vom Ausgangspolarisator, der das Licht ohne dazwischen liegende LC-Zelle blockieren würde, nunmehr durchgelassen. Umgekehrt blockieren parallele Polarisatoren, die ohne LC-Zelle das Licht durchlassen würden, mit LC-Zelle den Lichtdurchgang.

Die schraubenförmig verdrehte Struktur und ihre vorstehend beschriebenen Eigenschaften waren bekannt. Was hingegen nicht bekannt war und Helfrich/Schadt entdeckten, war das Verhalten der Flüssigkristallschicht im elektrischen Feld, d.h. beim Anlegen einer Spannung an die beiden Trägerplatten. Sie stellten fest, dass die Fähigkeit der verdrehten Flüssigkristallstruktur, das Licht mitzudrehen, schon mit sehr niedrigen Spannungen in der Größenordnung von 2 Volt aufgehoben werden kann. Betrachtet man wiederum die LC-Zelle zwischen Polarisatoren, so blockieren gekreuzte Polarisatoren mit an die LC-Zelle angelegter Spannung das Licht so, wie wenn die LC-Zelle nicht dazwischen wäre. Umgekehrt lassen parallele Polarisatoren mit Spannung an der LC-Zelle das Licht durch.

Eine Anordnung aus einer verdrehten Flüssigkristallschicht zwischen Trägerplatten, die mit Elektroden versehen sind, zwischen zwei Polarisatoren kann also mit einer angelegten Spannung zwischen hell und dunkel geschaltet werden.

Eine wichtige Erkenntnis dabei war auch, dass dieser Effekt bereits bei Spannungen eintritt, die weit unter der Spannung liegen, die für die Aufhebung der schraubenförmigen Struktur der Flüssigkristallschicht insgesamt erforderlich wäre. Offenbar genügt es bereits, die Struktur in der Mitte der Schicht zu verformen, um das Mitdrehen des Lichts zu unterbrechen. Diese Erkenntnis war in hohem Masse überraschend und in keiner Weise vorhersehbar.

Diese Flüssigkristallzelle, intern zunächst als Drehzelle bezeichnet, wurde im Haus Brown Boveri Cie (BBC) in Baden auf den dort vorhandenen Einrichtungen getestet. Zwischen BBC und Roche bestand damals ein Zusammenarbeitsvertrag auf dem Gebiet der Medizintechnik. Die Tests ergaben, dass die neuartige Flüssigkristallzelle bestechende Eigenschaften besitzt und praktisch keinen der Nachteile der DS-Zellen aufweist.

Während der Zeit, in welcher diese Tests durchgeführt wurden, hatte BBC Besuch eines Forschers von der Kent State University in Kent, Ohio, der dort ebenfalls auf dem Gebiet der Flüssigkristalle tätig war. Er bekam mit, was in den Labors von BBC getestet wurde, und hatte als hochrangiger Fachmann keine Mühe, sofort zu erkennen, welche Bedeutung die neue Flüssigkristallzelle haben könnte. Sein Kollege in Kent, J. L. Fergason, war ebenfalls eine bekannte Grösse auf dem Flüssigkristallgebiet und hatte einige Monate zuvor unter dem Namen ILIXCO (International Liquid Xtal Company) eine Firma zur Entwicklung und Produktion von Flüssigkristallanzeigen gegründet. Im Hinblick auf deren kommerzielles Interesse war das Informationsleck in höchstem Masse bedrohlich.

Unmittelbar nachdem Helfrich und Schadt von dem Vorfall erfuhren, beauftragten sie die Patentabteilung mit der Ausarbeitung und Einreichung einer Patentanmeldung zum Schutz der neuen Flüssigkristallzelle und zwar in der kürzest möglichen Zeit, denn es musste damit gerechnet werden, dass ILIXCO ebenfalls sofort eine Patentanmeldung in Angriff nehmen würde. Innerhalb von zwei Wochen wurde eine Patentanmeldung fertiggestellt und am 4. Dezember 1970 beim Patentamt in Bern hinterlegt.

Da Patentanmeldungen frühestens 18 Monate nach ihrer Einreichung veröffentlicht werden, war es lange Zeit unsicher, wer das frühere Datum beanspruchen konnte. Wie sich herausstellte, hat Fergason tatsächlich eine dieselbe Erfindung umfassende Patentanmeldung in den USA eingereicht, allerdings ca. zwei Monate später.

Wenige Tage nach der Hinterlegung der Patentanmeldung reichten Helfrich und Schadt bei der Zeitschrift Applied Physics Letters einen kurzen Artikel ein, in welchem sie die neue Flüssigkristallzelle vorstellten. Der Artikel erschien am 15. Februar 1971 und fand höchste Beachtung in der Fachwelt. Wie sich später ermitteln liess, gehörte diese Publikation über Jahre zu den meistzitierten Referenzen überhaupt.

Vor Ablauf des sog. Prioritätsjahres wurden von Roche Folgeanmeldungen in den zwanzig damals wichtigsten Industrieländern getätigt. Dazu gehörten aus seinerzeitiger Sicht USA und Japan, nicht jedoch Korea und Taiwan. In Hongkong und Singapur konnte das erteilte britische Patent später revalidiert werden.

Im Patentierungsverfahren folgte eine ruhige Phase, weil die Patentfähigkeitsprüfungen in den einzelnen Ländern mit Verzögerung begannen. In den Fachzeitschriften erschien zwar eine Vielzahl von Artikeln über Flüssigkristalle und LCDs, aber auf dem Markt liess sich kein Durchbruch feststellen.

In einigen Ländern werden alle Patentanmeldungen 18 Monate nach dem Prioritätsdatum publiziert. Zu diesen Ländern gehörten damals Deutschland, die Niederlande und Japan. Für die Helfrich/Schadt-Anmeldung erfolgte dies um den 4. Juni 1972. Wenige Tage danach wurde Roche auf höchster Ebene im Auftrag einer japanischen Firma kontaktiert mit dem Angebot, die Schutzrechte für diese Erfindung zu kaufen. Wie sich später ergab, handelte es sich um die Seiko-Gruppe. Dieses unerwartete Interesse war überraschend, führte aber noch nicht unmittelbar zu einer realistischen Einschätzung des Wertes der Schutzrechte. Das Angebot wurde zwar auf Geschäftsleitungsebene, aber zunächst inhaltlich behandelt.

Noch am 27. Juli 1972 stellte die periodisch tagende Lizenzkommission von Roche fest, dass im Hause «kein Interesse diese Erfindung auszunutzen» besteht und die Schutzrechte deshalb zur Lizenzvergabe freigegeben werden könnten. Das Interesse der japanischen Firma wird erwähnt, aber es wurde ausserdem festgehalten: «Der Wert der Erfindung ist schwierig abzuschätzen, da der Stand der Technik ihr sehr nahe kommt.» Zwischen den Zeilen heisst das, dass diese Kommission nicht an die Patentfähigkeit der Erfindung glaubte.

Wenig später meldete sich ein weiterer Lizenzinteressent und zwar, wie sich herausstellte, die Firma ILIXCO. Auch dieser Kontakt wurde, vor allem nach einem sehr unerfreulich verlaufenen Besuch Fergasons mit seinem Anwalt, auf Eis gelegt.

Wiederum kurz darauf war vom US-Patentamt ein erster Amtsbescheid eingegangen, in welchem der Prüfer zum Ergebnis kam, der beanspruchten Erfindung fehle die erforderliche Neuheit. Sie sei bereits in einem Artikel von Fergason in *Electro-Technology* vom Januar 1970 beschrieben. In der Tat enthält dieser Artikel im Rahmen einer Übersicht über die verschiedenen Effekte von Flüssigkristallen einen Vorschlag für eine Verbesserung des bekannten Guest-Host-Effekts.

Die Verbesserung sollte darin bestehen, den Flüssigkristall mit den zuge-mischten Farbstoffmolekülen um 90° zu verdrehen. Dadurch sollte erreicht werden, dass einfallendes Licht mit beliebiger Polarisationsrichtung, d.h. also unpolarisiertes Licht, in irgendeiner Tiefe der Flüssigkristallschicht auf Farbstoff(Guest)Moleküle trifft, mit denen es interagieren kann. Auf diese Weise, so Fergason, könnte der bei der klassischen Guest-Host-Interaction noch erforderliche Eingangspolarisator eingespart werden.

Der Prüfer behauptete, dass der Fachmann, ausgehend von dieser Idee, im Umkehrschluss einfach die Farbstoffe weglassen und dafür den Eingangspolarisator hinzufügen könnte und damit ohne weiteres zur Erfindung käme.

In der Patentabteilung wurde das Drehzellenpatent nun zur Chefsache erklärt. Eine Reihe von Massnahmen wurde beschlossen, um den Verfahrensverlauf zu beschleunigen und um eine bessere Einschätzung der Patentierungschancen zu ermöglichen. In allen Ländern mit aufgeschobener Prüfung (DE, NL, JP) sollte die Patentfähigkeitsprüfung sofort eingeleitet werden. Alle Recherchemöglichkeiten nach bisher unbekannt gebliebenen Schriften zum Stand der Technik sollten ausgeschöpft werden. Es stellte sich aber heraus, dass der vom US-Prüfer zitierte Artikel von Fergason der nächstliegende Stand der Technik bleiben sollte.

Der Beantwortung des hängigen Amtsbescheids vom US-Prüfer wurde spezielle Bedeutung zugemessen. Zu diesem Zweck unterstützten Experten aus Basel vor Ort die US-Vertreter und besuchten auch den Prüfer in Washington, um mit ihm eine mündliche Verhandlung zu führen. Es gelang in der Folge, den Prüfer von der Patentfähigkeit zu überzeugen und die Patentanmeldung zur Stufe der Gewährbarkeit zu bringen. Auf dieser Stufe erklärte der Prüfer die sog. Interference mit der bereits erwähnten späteren Anmeldung von Fergason, die mittlerweile zu einem erteilten Patent geführt hatte.

Die Interference ist die Folge einer Besonderheit des US-Patentrechts. Das Patent steht nicht, wie in fast allen anderen Ländern, demjenigen zu, der zuerst anmeldet, sondern demjenigen, der die Erfindung zuerst gemacht hat. Bei zwei Patentanmeldungen auf dieselbe Erfindung muss also ermittelt werden, wer von den beiden Anmeldern die Erfindung zuerst gemacht hat. Dieser Ermittlung dient das Interference-Verfahren.

Ausländische Anmelder sind bei diesem Verfahren benachteiligt, weil sie nicht auf Beweismittel zurückgreifen dürfen, die vor dem ersten Anmelde-tag liegen. Im vorliegenden Fall war es so, dass Roche nur auf den Anmelde-tag in der Schweiz, d.h. den 4. Dezember 1970, zurückgreifen konnte, während Fergason seine früheren Laborbücher und Zeugenaussagen seiner Mitarbeiter zum Beweis eines früheren Erfindungsdatums zur Verfügung standen.

Tatsächlich fanden sich Aufzeichnungen vom April 1970, die aber nur mit viel gutem Willen als Hinweis auf eine verdrehte Flüssigkristallstruktur und ihre elektrische Ansteuerung interpretiert werden konnten. Ferner gab es Zeugenaussagen, wonach er mit seinen Mitarbeitern schon im Dezember 1969 über eine solche Flüssigkristallzelle gesprochen haben soll. Gleichzeitig gibt es jedoch auch gewichtige Argumente, die gegen diese Version sprechen. Vor allem hätte Fergason niemals den fatalen Artikel in Electro-Tech-

nology geschrieben, wenn er die TN-Zelle bereits im Kopf gehabt hätte. Trotzdem kamen die amerikanischen Anwälte zum Schluss, dass Roche in einem durchgeführten Interference-Verfahren wahrscheinlich verlieren würde. Deshalb wurde auf Anraten der Anwälte die US-Anmeldung auf die Helfrich/Schadt-Zelle zurückgezogen.

Dies hatte aber für Roche in den USA keine praktische Bedeutung mehr. Während der Abklärungen der Interference-Situation hatte sich nämlich die geschäftliche Situation für Fergasons ILIXCO so verschlechtert, dass er seine Patente verkaufen musste, die sich auf diese Weise Roche sichern konnte. Roche hatte also beide in der Interference gegeneinander anzutretenden Patente in ihrem Besitz und konnte ohne weiteres auf dasjenige mit den schlechteren Aussichten verzichten.

Roche hatte also ein erteiltes Patent in den USA. Dies war im Hinblick auf Hersteller von LCDs in den USA nicht mehr sehr wichtig, weil die meisten einschlägigen US-Firmen den Wettstreit mit ostasiatischen Firmen aufgegeben hatten. Das US-Patent war aber von eminenter Bedeutung für die Lizenzverhandlungen vor allem mit japanischen Firmen, weil mit einer Erteilung des entsprechenden japanischen Patents noch lange nicht gerechnet werden konnte. Ausserdem diente das US-Patent der Kontrolle des US-Marktes gegen Produkte aus Ländern wie Korea oder Taiwan, in denen Roche keinen Patentschutz hatte bzw. als Basis für die Lizenzvergabe an Firmen in diesen Ländern.

Derweil war auch in den anderen sog. Prüfungsländern die Patentfähigkeitsprüfung angelaufen. Die ersten Amtsbescheide aus den substantiell prüfenden Ländern Deutschland, Japan und den Niederlanden enthielten ähnliche Zurückweisungsgründe, wie sie aus den USA gekommen waren. In diesen Ländern gelang es aber ebenfalls, die Prüfer von der Patentfähigkeit zu überzeugen.

In dem an das Prüfungsverfahren anschliessenden Einspruchsverfahren haben Dritte, d.h. also im wesentlichen Konkurrenten, die Möglichkeit gegen die Patenterteilung einzusprechen. Im vorliegenden Fall wurde eine Zahl von Einsprüchen eingereicht, die sonst nur selten erreicht wird: In Deutschland acht, in Japan sieben und in Holland vier Einsprüche.

In den Einspruchsverfahren in Deutschland und Japan wurden die in der Prüfung zunächst erfolgreichen Patentanmeldungen zurückgewiesen. Gegen diese Zurückweisungen wurde jeweils Beschwerde eingelegt. In Holland wurde im Einspruchsverfahren die Patentfähigkeit prinzipiell anerkannt, allerdings für Patentansprüche, die so stark eingeschränkt wären, dass das

Patent dadurch nutzlos würde. Deshalb konnte auch diese an sich positive Entscheidung nicht akzeptiert werden, so dass auch in Holland die Zurückweisung in Kauf genommen werden musste, gegen die Beschwerde eingebracht wurde.

Die Dauer der Einspruchsverfahren erstreckte sich über mehrere Jahre, in Deutschland bis 1977, in Japan bis 1979, in Holland bis 1980. Die anschließenden Beschwerdeverfahren dauerten in Deutschland und Japan weitere vier, in Holland weitere drei Jahre. In allen drei Beschwerdeverfahren war die Entscheidung gegen die Patentfähigkeit. In Holland war damit das Ende der Möglichkeiten erreicht.

In Japan ist die Beschwerdeabteilung noch nicht die letzte Instanz. Der Fall konnte zum Tokyo High Court weitergezogen werden. Hier war Roche schliesslich erfolgreich und erhielt im Jahr 1985 das Patent zugesprochen.

Den ungewöhnlichsten Weg ging die Patenterteilung in Deutschland. Nach der Zurückweisung durch den berichtigten 21. Senat des Bundespatentgerichts (der Vorsitzende Richter liess sich in der Verhandlung zu der Bemerkung hinreissen, dass es sich wohl nicht um eine Erfindung handeln könne, wenn er die zugrundeliegende Physik versteht) wurde versucht, den Fall zum Bundesgerichtshof und schliesslich nach dessen Nichteintreten zum Bundesverfassungsgericht weiterzuziehen, beides jedoch ohne Erfolg.

In Deutschland erhielt Roche durch eine offenbar einmalige Situation eine zweite Chance. Wie oben schon erwähnt, konnten Ferguson die einschlägigen Schutzrechte abgekauft werden. Darunter befand sich auch eine Anmeldung in Deutschland. Für diese Anmeldung wurde zunächst die Möglichkeit eines Aufschubs der Prüfungseinleitung um sechs Jahre wahrgenommen. Danach wurde Antrag gestellt, im Hinblick auf die noch laufenden Verfahren im anderen Fall die Prüfung auszusetzen. Schliesslich wurde nach Erledigung des anderen Falles die Prüfung fortgesetzt.

Wie zu erwarten war, wurde die Anmeldung schon vom Prüfer zurückgewiesen. Gegen diese Zurückweisung wurde Beschwerde eingelegt. Inzwischen war im Zuge eines neuen Geschäftsverteilungsplans beim Bundespatentgericht nicht mehr der 21. sondern neu der 15. Senat zuständig. Bei diesem Senat war die Beschwerde erfolgreich, so dass Roche schliesslich auch in Deutschland ein Patent erteilt bekam. Die Erteilung erfolgte allerdings erst 1992, d.h. also nach dem Ablauf des Patents. Trotzdem hatte die Erteilung Bedeutung, weil durch sie die geleisteten Lizenzzahlungen nachträglich gerechtfertigt wurden.

Die Geschichte des Drehzellenpatents zeigt, dass Erfindungen wie diese, die vielfach als Jahrhunderterfindung qualifiziert wurde, rückblickend sehr simpel und daher naheliegend erscheinen können. Sie zeigt auch, dass mit dem nötigen Einsatz die Früchte einer aussergewöhnlichen Leistung zu erhalten sind und am Ende ein adäquater Schutz zu erzielen ist, obwohl das gültige Patentsystem solchen Ausnahmesituationen nur ungenügend gewachsen ist. Allerdings wäre ein derart hoher Einsatz von einem kleinen Unternehmen oder gar einem Einzelerfinder kaum zu erbringen.

Literatur

Kilchenmann C.: Bedeutung des Patentschutzes für die Basler Industrie – gestern und heute. *WWZ, Juli 2004*