

Bildschirmtechniken: LCD & OLED



**David Glenck
Betreut von B. Brunner
Kantonsschule Kreuzlingen
April 2008**

Inhaltsverzeichnis

Einleitung.....	2
LCD.....	3
Flüssigkristalle.....	3
Polarisiertes Licht.....	3
Funktionsweise der LCDs.....	4
Passiv-Matrix.....	5
Aktiv-Matrix.....	5
LCD in Farbe.....	6
LED.....	7
Geschichte der LEDs.....	7
Halbleiter.....	7
Lichtemission.....	8
Möglichkeiten der LEDs.....	9
OLED.....	9
SM-OLED.....	10
PLED oder LEP.....	10
Aufbau und Funktionsweise eines OLED Bildschirms.....	10
Nachteile der OLEDs.....	10
Zukunft der OLEDs.....	11
Quellen.....	12

Einleitung

Als Bildschirm wird ein visuelles Anzeigegerät bezeichnet, welches Zeichen und/oder Bilder ausgeben kann. Seit den ersten Röhrenbildschirmen hat sich viel verändert. Bildschirme wurden immer grösser, schärfer, kontrastreicher, schneller und flacher. Es folgten neue Technologien wie LCD und Plasma, welche vor allem für einen flacheren, platzsparenderen Bildschirm sorgten. Bildschirme gewannen immer mehr an Bedeutung im Bereich der Elektronik und sind inzwischen gar nicht mehr aus dem Alltag wegzudenken. Fernseher, PCs, Laptops, Handys, Digitalkameras, Wecker, Digitaluhren und Taschenrechner sind einige Beispiele für die Verwendung von Bildschirmen. Die meisten dieser Einsatzbereiche sind erst möglich seit es Flachbildschirme gibt. Durch diese benötigten Bildschirme nur einen Bruchteil des Platzes, den sie zuvor beanspruchten.

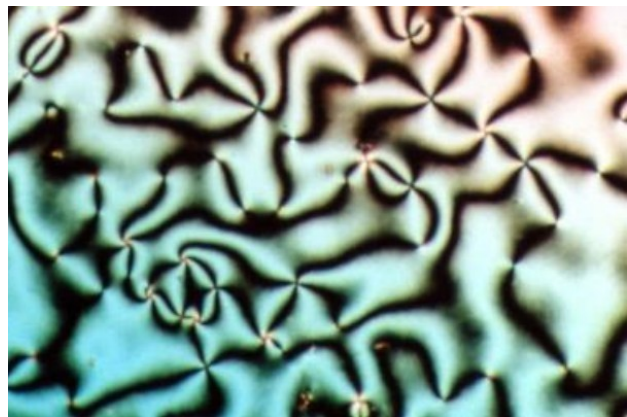
Die erste Technologie, welche Flachbildschirme ermöglichte waren die Flüssigkristalle in den LCDs. Zurzeit entwickelt sich eine weitere vielversprechende Technik, welche die LCDs ablösen könnte: OLEDs. Im ersten Teil dieser Arbeit werden diese beiden Technologien in ihrer Funktionsweise erklärt und die wesentlichen Unterschiede werden aufgezeigt. Am Ende wird eine Antwort auf die Frage gesucht: Können OLED Bildschirme die LCDs in Zukunft tatsächlich ablösen?

LCD

Flüssigkristalle

Flüssigkristalle sind der Wesentliche Bestandteil der LCDs. Die beiden Begriffe „flüssig“ und „Kristall“ scheinen einen Widerspruch darzustellen, da Kristalle im Normalfall fest sind. Jedoch ist ein Kristall nicht als ein fester Körper definiert, wie man es sich vielleicht vorstellen könnte. Ein Kristall ist als ein anisotroper, homogener Körper definiert. Anisotrop bedeutet, dass eine Eigenschaft des Körpers von seiner Richtung abhängig ist. Gerade diese Eigenschaft ist eine, welche die Flüssigkristalle von anderen Flüssigkeiten unterscheidet. Ein weiterer Unterschied zu „echten“ Flüssigkeiten ist, dass Flüssigkristalle sich eigentlich in einer Mesophase, also einer Zwischenphase, zwischen fest und flüssig befinden. Jedoch kommt diese Phase dem flüssigen Zustand näher als dem festen, was den Kristallen diese Bezeichnung gibt.

Die Tatsache, dass die Flüssigkristalle anisotrop sind macht sie erst interessant für die Displaytechnik, denn die Anisotropie der Flüssigkristalle bezieht sich auf die Lichtdurchlässigkeit der Kristalle. Wenn man Flüssigkristalle unter einem Polarisationsmikroskop betrachtet, fällt auf, dass einige Stellen schwarz sind während andere „aufleuchten“ (Abb 1). Diese Beobachtung kann jedoch nicht mit jedem Mikroskop, sondern nur mit einem Polarisationsmikroskop gemacht werden, da dieses Mikroskop mit polarisiertem Licht arbeitet. Um dies zu verstehen muss erst erklärt werden, was polarisiertes Licht ist.



*Abbildung 1: Flüssigkristalle unter einem Polarisationsmikroskop
(Bild von Minutemen)*

Polarisiertes Licht

Licht ist bekanntlich eine elektromagnetische Welle. Sie besteht in dieser Betrachtungsweise aus zwei Feldern, einem Elektrischen und einem Magnetischen, welche gekoppelt sind und transversal schwingen. Die Polarisation einer elektromagnetischen Welle entspricht dem Winkel, in welchem diese Felder schwingen.

Ein Polarisationsfilter, oder auch Polfilter, hat die Fähigkeit Licht zu polarisieren. Dabei lässt es Licht nur zu einem bestimmten Grad durch. Wenn Licht auf den Polfilter trifft, deren Welle im gleichen Winkel schwingt, in dem auch der Polfilter ausgerichtet ist, so wird der Lichtstrahl ganz hindurch gelassen. Wenn der Wellenausschlag jedoch um 90° versetzt ist, so wird sie nicht hindurch gelassen. In den Winkeln dazwischen wird das Licht nur teilweise durch gelassen. Nach dem passieren eines Polfilters ist das Licht polarisiert, d.h. alle Lichtwellen sind dann gleich ausgerichtet. Wenn man nun zwei Polarisationsfilter um 90° gedreht vor sich hält erscheint diese schwarz, da die erste Folie nur polari-

siertes Licht durchlässt, welches die zweite Folie nicht passieren kann. Dieses Prinzip wird in einem Polarisationsmikroskop verwendet. Wie oben erklärt werden zwei um 90° gedrehte Polfilter aufeinander gesetzt. Dies ermöglicht es, eine besondere Eigenschaft von Flüssigkristallen zu beobachten. Wenn man nämlich ohne ein zu untersuchendes Objekt durch ein Polarisationsmikroskop sieht, sieht man nur schwarz, wie man es aufgrund der Polfilter erwartet. Setzt man jedoch Flüssigkristalle zwischen die beiden Polarisationsfilter so erscheint ein Muster wie in Abbildung 1. Dieses Phänomen lässt sich so erklären, dass die Flüssigkristalle die Polarisation des Lichtes zwischen den Filtern verändert haben. Desweiteren ist dies nicht an allen Stellen geschehen. Hier kommt nun die Anisotropie von Flüssigkristallen ins Spiel. Je nach Richtung und Anordnung der Kristalle wird das Licht also neu polarisiert oder eben nicht und genau diese Eigenschaft ermöglicht es, Bildschirme aus Flüssigkristallen herzustellen.

Funktionsweise der LCDs

LCDs machen sich die eigenschaft der Flüssigkristalle zu Nutzen. Im Prinzip funktionieren diese Displays fast gleich wie ein Polarisationsmikroskop: Zwischen zwei Polarisationsfiltern wird eine Schicht von Flüssigkristallen aufgetragen. Dies allein reicht aber noch nicht aus, da die Flüssigkristalle ihre Richtung und damit ihre Lichtdurchlässigkeit unkontrolliert verändern können. Um diese Technik für Sinnvolle anzeigen zu verwenden müssen die Flüssigkristalle also kontrolliert werden. Dies geschieht durch Rillen in den Schichten, auf welchen auch die Polfilter aufgetragen sind, welche die Flüssigkristalle in eine Richtung drängen. Dabei sind die Rillen bei beiden Schichten in die den Polfiltern entsprechenden Richtungen ausgerichtet, d.h. die Rillen der einen Folie sind zur anderen um 90° gedreht. Dies bewirkt bei den dazwischenliegenden Flüssigkeiten eine Verdrillung (Abb. 2), welche die unpolarisierung des Lichts ermöglicht.

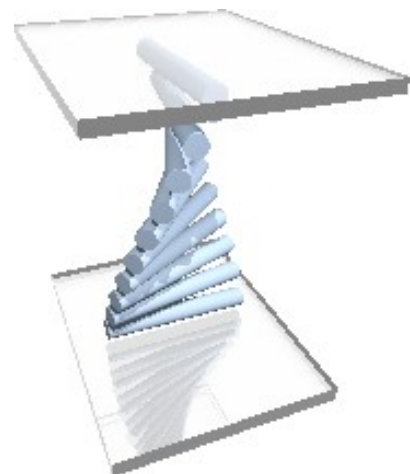


Abbildung 2: Verdrillung der Flüssigkristalle
(Bild von Marvin Raaijmakers)

Je nachdem wie man diese Schichten anordnet ist diese Zelle im normalen Zustand Lichtdurchlässig (*Normally-White-Mode*) oder nicht (*Normally-Black-Mode*). Im weiteren wird vom Normally-White-Mode ausgegangen.

Um die Anordnung der Flüssigkristalle zu verändern wird ein Strom durch die Kristalle gelegt, welche die Verdrillung auflöst und dazu führt, dass das Licht nicht mehr unpolarisiert wird. Um diesen Strom durch die Flüssigkristalle zu führen müssen Leitungen über und unter die Kristalle gelegt werden, welche selbst wiederum lichtdurchlässig sein müssen. Als Elektroden werden deshalb Indiumzinnoxid-Schichten verwendet, welche bei 200nm Dicke noch eine hohe Transparenz aufweisen. Indiumzinnoxid ist ein Halbleiter welches jedoch durch Dotierung (siehe Kapitel Halbleiter) zu einer ausreichenden elektrischen Leitfähigkeit gebracht werden kann. Diese Elektroden müssen jene Flächen bedecken welche später auf schwarz geschaltet werden sollen.

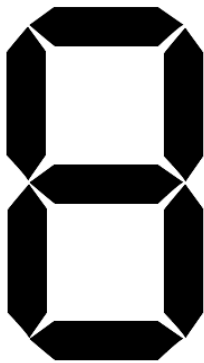


Abbildung 3: Sieben-Segment-Anzeige

Am einfachsten funktioniert dies bei LCDs welche nur bestimmte Symbole anzeigen müssen, was meist durch Sieben-Segment-Anzeigen (Abb. 3) geschieht. Diese sind hauptsächlich in Digitaluhren und Weckern zu sehen und an allen Displays, welche hauptsächlich Zahlen und Buchstaben anzeigen sollen. Bei solchen Sieben-Segment-Anzeigen ist auf der einen Seite der Flüssigkristallschicht jedes Segment getrennt aufgetragen, während es auf der anderen Seite ein zusammenhängendes Stück ist. Der Strom kommt dabei von den getrennten Segmenten, welche so bestimmen welche Flächen auf schwarz geschaltet werden. Die zusammenhängende Schicht nimmt den Strom dabei nur auf und hat damit keinen direkten Einfluss auf die erdunkelten Flächen, weshalb die Segmente auf dieser Seite auch zusammenhängend sein können.

Bei solchen einfachen Displays ist es noch relativ leicht eine Verbindung von der Schaltung zum Segment herzustellen. Ein wenig komplizierter wird das Ganze wenn beliebige Zeichen angezeigt werden sollen. Die Anzeige oder der Bildschirm müssen dabei mit einem Raster aus Segmenten bedeckt werden, den Pixeln. Um dies zu tun gibt es zwei Möglichkeiten.

Passiv-Matrix

In einem Passiv-Matrix-Display bilden die Elektroden Spalten und Reihen (Abb. 4), wodurch jedes Pixel eine festgelegte Spalte und Reihe hat. Um nun ein bestimmtes Pixel anzusprechen wird durch die entsprechende Spalte und Reihe ein Strom gelegt. Der Vorteil dabei ist, dass nicht mehr alle Bildpunkte angesprochen werden müssen, was zu einer Verminderung der Anzahl Elektrodenleitungen führt. Ein Problem bei dieser Methode ist, dass auch die anderen Pixeln entlang der „aktivierten“ Spalten und Reihen ein elektrisches Feld erfahren. Dieses Problem kann jedoch behoben werden, indem die Flüssigkristalle erst bei einer bestimmten Feldstärke umschalten. Was man damit erhält ist ein Zweifarbiges Bildschirm. Für solche Bildschirme reicht eine Passiv-Matrix also aus. Wenn man aber Graustufen mit dem Bildschirm anzeigen will müssen die Flüssigkristalle je nach Stromstärke unterschiedlich stark reagieren. Dies führt dazu dass die Kristalle möglicherweise bereits bei den schwächeren Feldstärken entlang der Spalten und Reihen leicht reagieren, was dazu führt, dass der Kontrast des Bildes sich verschlechtert. Wenn man also einen kontrastreichen Bildschirm mit Abstufungen in der Helligkeit betreiben will muss man auf eine andere Technik zurückgreifen.

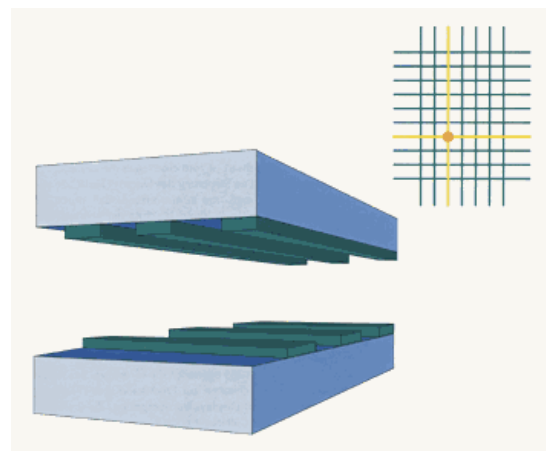


Abbildung 4: Passiv-Matrix: die Elektroden auf der Oberseite bilden die Spalten, jene unten die Reihen. Dazwischen kommen die Flüssigkristalle
(Bild von Heimo Ponnath)

Aktiv-Matrix

Neben der Passiv-Matrix gibt es auch noch die Aktiv-Matrix. In einem Aktiv-Matrix-Display besitzt jeder einzelne Pixel eine eigene Leitung, wodurch das Verfahren aufwendiger ist als bei einem Passiv-Matrix-Display. Zudem hat jeder Pixel einen eigenen Transistor und einen Kondensator. Diese machen den Einsatz von Aktiv-Matrix-Displays erst sinnvoll.

Der Kondensator ist dazu da um einen elektrischen Strom für einen kurzen Moment zu halten. Seine Aufgabe ist es einen Strom auf einem Pixel zu halten bis die Information des Pixels erneuert wird.

Ein Transistor ist ein Halbleiterbauelement, welches elektrische Signale schaltet und verstärkt. Und genau dies tun sie auch auf einem Bildschirm. Der Transistor aktiviert einzelne Reihen von Pixeln und deaktiviert andere im entscheidenden Moment. Zuerst ist beispielsweise nur die oberste Reihe aktiviert. Daraufhin wird von jedem Spalt aus die entsprechende Ladung auf ein Pixel geladen. Danach wird diese Reihe deaktiviert und das selbe wird mit der nächsten Reihe wiederholt. Durch diesen Vorgang wird verhindert, dass andere Pixel, welche nicht angesprochen werden, von der Spannung für ein anderes Pixel beeinflusst werden, da ja immer nur jene Pixel „ansprechbar“ sind, welche gerade aktiv sind.

Um diese Technik zu verwirklichen benötigt der LCD zusätzlich einen TFT, einen „Thin Film Transistor“, welcher den vorhin erklärten Transistor bildet. Oft werden solche Bildschirme als TFT-Bildschirme bezeichnet, wobei AMLCD (Aktiv-Matrix LCD) die genauere Bezeichnung wäre.

Vorteile dieser Technik ist ein höherer Kontrast, was ein viel besseres Bild erzeugt als bei PMLCDs (Passiv-Matrix LCDs).

LCD in Farbe

Bisher war nur von zweifarbigen Bildschirmen und von Graustufen die Rede. Wie lässt sich aber mit dieser Technik ein farbiger Bildschirm verwirklichen?

Eigentlich ist das Prinzip nicht viel anders als bei einem Röhrenbildschirm. In einem ersten Schritt wird der Bildschirm mit einem Netz aus drei Farben überzogen. Dabei besteht jeder Pixel aus drei Punkten drei verschiedener Farben (Abb. 5). Die Farben sind Rot, Blau und Grün. Durch diese Lichtfarben lassen sich alle weiteren Farben durch Mischen erzeugen. So wird beispielsweise Gelb aus Rot und Grün erzeugt. Die Farben werden dabei nicht direkt am Bildschirm gemischt. Denn am dort erscheinen die Farbpunkte noch getrennt, was man bei einer starken Vergrößerung erkennt.

Die Farben werden erst im Auge gemischt, da die Farbpunkte zu klein und zu nahe beieinander sind für das Auflösungsvermögen des Auges. Das Auge sieht dann ein reines Gelb, auch wenn der Bildschirm in Wirklichkeit Rot und Grün

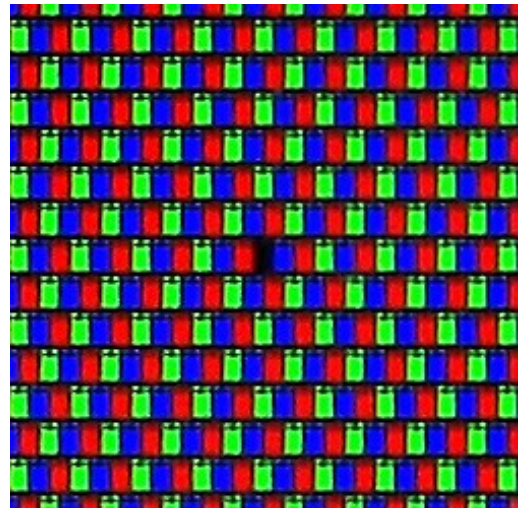


Abbildung 5: Subpixel eines LCDs mit einem Pixelfehler (Bild von Selçuk Oral)

anzeigt.

Bis hierhin funktionieren CRTs (Röhrenbildschirm) und LCDs bei der Farberzeugung gleich. Einen wesentlichen Unterschied gibt es jedoch. LCD löschen bestimmte Farben in einem Pixel aus, während in einem CRT die ausgewählten Farben aufleuchten.

Hier wird eines der grössten Nachteile von LCDs ersichtlich. Damit die Flüssigkristalle Licht „auslöschen“ können wird zuerst etwas benötigt, das Licht ausstrahlt. Bei den meisten günstigen zweifarbigem LCDs wird Tageslicht, oder anderes Licht von aussen verwendet, welches auf der Rückseite des Bildschirms reflektiert wird. Wenn der Bildschirm aber auch ohne externe Lichtquelle funktionieren soll muss der Hintergrund des Bildschirms selbst leuchten. Dies benötigt zusätzlich Energie und auch mehr Platz, was zu einem dickeren Bildschirm führt.

Trotzdem benötigt der LCD weniger Energie als ein CRT und hat sich unter anderem deshalb auch durchgesetzt.

LED

Geschichte der LEDs

Bereits 1907 entdeckte Henry Joseph Round dass bestimmte anorganische Stoffe Licht erzeugen, wenn man sie unter elektrische Spannung setzt. 20 Jahre später stellte der russische Physiker Oleg Vladimirovich Losev die Theorie auf, es könne sich bei diesem Phänomen um die Umkehrung des photoelektrischen Effektes handeln. Statt die Energie eines Photons auf ein Elektron zu übertragen, wie es bei photoelektrischen Effekt der Fall ist, wird hierbei die Energie der Elektronen auf Photonen übertragen.

Erst 1951 konnte durch den Fortschritt in der Halbleiterphysik die Lichtemission erklärt werden.

1962 wurde die erste LED entwickelt. Seit diesem ersten LED wurde die Effizienz vertausendfacht. In den folgenden Jahren wurden weitere LEDs mit verschiedenen Farben entwickelt, so dass inzwischen fast das ganze Farbenspektrum mit LEDs erzeugt werden kann. Zum sichtbaren Licht kam auch noch UV- und IR-Strahlung dazu, welche auch heute noch im Alltag verwendet werden.

Anstelle der Anorganischen Halbleiter werden auch organische Halbleiter auf diese Technik angewandt. Diese Technik nennt sich OLED (Organic LED). Der Aufbau dieser OLEDs unterscheidet sich leicht von den anorganischen LEDs. Diese neue Technik bietet zudem neue Möglichkeiten und Verwendungszwecke, worauf in einem späteren Kapitel noch genauer eingegangen wird.

Um die Unterschiede des OLED zur LED zu verstehen werden hier beide Techniken erklärt.

Halbleiter

Für den Aufbau einer LED sind halbleitende Materialien nötig welche aus einem Gleichstrom Licht erzeugen können.

Ein Halbleiter ist ein Material, das seine Leitfähigkeit unter bestimmten Bedin-

gungen verändert. Diese Bedingungen sind unter anderem die Temperatur oder die Spannung, welche auf das Material wirkt.

Ein Beispiel für ein solches Material ist **Aluminiumgalliumarsenid (AlGaAs)**. In einer reinen Verbindung von AlGaAs sind keine freien Elektronen mehr vorhanden, da alle Elektronen in der Verbindung benötigt werden. Wenn man nun die Anteile der einzelnen Bestandteile verändert, kann dies dazu führen, dass am Ende einige freie Elektronen auf dem Leitungsband übrig bleiben.

Bei einem so präparierten Halbleiter spricht man von Elektronenleitung oder auch n-Leitung, wobei n für Negativ steht. Der Vorgang wird Dotierung genannt. Ein Halbleiter mit zu vielen Elektronen wird als n-dotiert bezeichnet.

Nun gibt es neben der n-Dotierung auch die p-Dotierung wobei p für Positiv steht. Der Vorgang ist hierbei genau umgekehrt: Dem Halbleiter fehlen einige Elektronen. Bei diesem Vorgang entstehen so genannte „Löcher“ im Halbleiter. Ein solches Loch ist das Gegenstück zum Überschüssigen Elektron und ist daher Positiv geladen. Im Gegensatz zu den freien Elektronen befinden sich die Löcher jedoch auf dem Valenzband, was eine entscheidende Rolle bei der Lichtemission spielt. Ein Halbleiter mit zu wenig Elektronen ist eine Löcherleitung oder auch p-Leitung genannt.

Lichtemission

Der oben genannte Halbleiter Aluminiumgalliumarsenid eignet sich für die Herstellung der LEDs, da dieses Material wie gesagt alle Elektronen bindet, d.h. keine freien Elektronen besitzt. Damit ist es geeignet für die Dotierung.

In einem LED wird dieser, oder ein anderer Halbleiter nun auf der einen Seite p-dotiert und auf der anderen Seite n-dotiert. Dies geschieht durch variieren der Konzentrationen der Atome in Aluminiumgalliumarsenid. Werden diese beiden unterschiedlich dotierten Halbleiter aneinander gesetzt, so beginnen die Elektronen der n-Leitung die Löcher der p-Leitung zu schliessen. Dabei entsteht eine Raumladungszone zwischen den dotierten Halbleitern. In dieser Zone ist die Ladung Neutral. Dieser Vorgang allein reicht noch nicht für eine LED, da der Vorgang so nicht permanent abläuft. Um dies zu erreichen werden die Halbleiter unter einen Gleichstrom gesetzt (Abb. 6). Auf der Seite der n-Leitung wird eine Kathode angehängt, welche Elektronen hinzu gibt. Auf die Seite der p-Leitung kommt Anode, welche Elektronen entzieht und damit Löcher erzeugt.

Dieser Gleichstrom bewirkt nun, dass die Raumladungszone verschwindet. Indem auf der einen Seite immer wieder Elektronen hinzu fließen und auf der andere Seite immer wieder neue Löcher entstehen.

Zuvor wurde erwähnt, dass sich die Elektronen auf dem Leitungsband befinden, während sich die Löcher auf dem Valenzband Verbinden. Dieser Unterschied ist nun entscheidend bei der Lichtemission, denn diese beiden Bänder

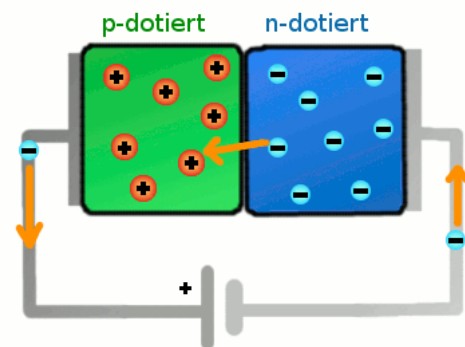


Abbildung 6: Schema einer LED: Zwei verschieden dotierte Halbleiter werden unter einen Gleichstrom gesetzt.

befinden sich auf einem unterschiedlichen Energieniveau. Elektronen auf dem Leitungsband sind weiter von den positiv geladenen Atomkernen entfernt. Aus diesem Grund haben diese Elektronen mehr potenzielle Energie, als jene auf dem Valenzband. Was nun bei einer LED geschieht, ist, dass die Löcher von den Elektronen geschlossen werden. Dies bedeutet, dass die Elektronen vom Leitungsband zu den Löchern auf das Valenzband „hinab fallen“ (Abb. 7). Dieser Vorgang setzt Energie frei. Und zwar tut es dies in Form elektromagnetischer Wellen.

Die Wellenlänge der erzeugten Wellen ist dabei von der Menge der freigesetzten Energie abhängig. Wenig Energie führt zu einer grossen Wellenlänge und viel Energie zu einer kleinen Wellenlänge. Wenn nun der „Abstand“ zwischen dem Leitungs- und dem Valenzband so gewählt wird, dass die Wellenlängen im Bereich des sichtbaren Lichts sind, kann also durch diesen Vorgang Licht emittiert werden. Mit anderen Worten: die LED leuchtet.

Der Abstand der Bänder und damit die Farbe, in welche die Diode leuchtet, ist vor allem durch die Wahl der Halbleiter bestimmt. Eine rote LED wird beispielsweise mit Aluminiumgalliumarsenid hergestellt, während für grüne LEDs Galliumphosphid verwendet wird. Für die Herstellung weisser LEDs ist zusätzlich mindestens ein Phosphor nötig, welches einen Teil des Lichts der Leuchtdiode umwandelt. So kann zu einer blauen LED ein Phosphor hinzugefügt werden, welches „gelbes Licht“ abstrahlt. Zusammen wird dies dann als weiss wahrgenommen.

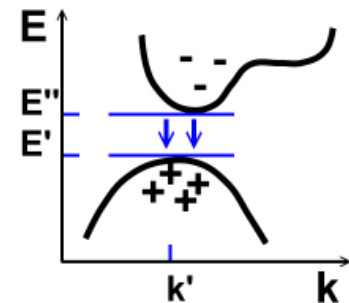


Abbildung 7: Bändermodell: Die Elektronen auf dem Leitungsband oben sinken zu den Löchern auf dem Valenzband herab. (Bild von Anton (rp))

Möglichkeiten der LEDs

LEDs sind im Alltag fast überall zu finden, auch wenn dies nicht besonders auffällt. Am häufigsten werden LEDs als Statusanzeigen in diversen elektronischen Geräten benötigt. Oft dienen sie auch als Hintergrundbeleuchtung in Handybildschirmen oder auch als Raumbeleuchtung. Selbst in einfachen Fernbedienungen ist eine LED eingebaut, welche jedoch kein sichtbares Licht ausstrahlen, sondern Infrarotstrahlung durch welche Signale von der Fernbedienungen zu den Geräten gelangen.

Für die Verwendung der LEDs in diesen Bereichen gibt es einige Gründe. Der Hauptgrund ist die Effizienz dieser Dioden. LEDs verbrauchen weniger Strom als Glühbirnen, denn diese wandelt einen Teil der erhaltenen Energie in Wärme statt in Licht um. LEDs hingegen erwärmen sich kaum.

Desweiteren können LEDs nicht plötzlich ausfallen, wie Glühbirnen. Die Leuchtdioden verlieren nur langsam an Leuchtkraft, was durch die Veränderung der Kristallstrukturen im Halbleiter zu erklären ist. Dabei entstehen strahlungslose Übergänge. Die Alterung einer LED schreitet jedoch nur sehr langsam voran, wodurch sie eine Lebensdauer von 100'000 Stunden haben, was über 10 Jahren Dauerbetrieb gleich käme.

Trotz der Vielseitigkeit der Leuchtdioden gibt es Grenzen für diese Technologie.

Es ist zwar möglich Bildschirme mit LEDs herzustellen, jedoch benötigen die LEDs viel Platz, wodurch sie nur für sehr Grosse Bildschirme geeignet sind, wie beispielsweise in einem Stadion. Für Alltagstaugliche Bildschirme müssten die Halbleitermaterialien auf einem einzelnen Substrat (Oberfläche) platziert werden. Doch genau hier ist die Grenze überschritten, denn mit den Lichtdioden funktioniert dies nicht. Es ist eine neue Technik notwendig und diese gibt es auch.

OLED

Die Abkürzung OLED hat nur einen Buchstaben mehr in der Abkürzung als ein LED. Doch genau dieser macht den unterschied. Das O von OLED steht für organisch, wobei das Halbleitermaterial gemeint ist, welches bei den klassischen LEDs anorganisch war. Zwar wurde Elektrolumineszenz bei organischen Materialien schon 1953 entdeckt, aber nie wirklich eingesetzt. Erst als ab 1987 an dieser Technologie geforscht wurde erkannte man seinen Wert. Ein wesentlicher Vorteil gegenüber den herkömmlichen LEDs ist, dass sie auf einem einzelnen Substrat platziert werden können.

Es gibt zwei verschiedene Typen von OLEDs, welche sich wiederum in einigen Punkten unterscheiden

SM-OLED

Die Eastman Kodak Company entwickelte die ersten OLEDs, wobei kleine Moleküle (small molecules) als Halbleitermaterialien verwendet wurden. Diese OLEDs müssen im Vakuum hergestellt werden, was die Produktion sehr teuer macht.

PLED oder LEP

Eine andere Möglichkeit besteht darin OLEDs aus Polymer herzustellen. Diese Technik nennt sich polymer LED (PLED) oder auch light-emitting polymer (LEP). Ein wesentlicher Vorteil gegenüber der Technik mit kleinen Molekülen ist, dass die Herstellung nicht im Vakuum stattfinden muss. Es ist sogar möglich, dass die Polymerschichten wie mit einem Tintenstrahldrucker auf das Substrat aufgetragen werden. So wäre eine Fließbandproduktion denkbar, was die Produktionskosten noch weiter senken würde.

Des Weiteren ist Polymer flexibel, wodurch biegbare Bildschirme theoretisch möglich wären, da auch die anderen Bestandteile eines Bildschirms bereits weitgehend in einer flexiblen Form hergestellt werden können.

Aufbau und Funktionsweise eines OLED Bildschirms

Der Aufbau des OLED Bildschirms ist im wesentlichen gleich wie bei einem LCD, jedoch kommen anstelle der Flüssigkristalle und der Polfolien organische Halbleiter zwischen die Elektroden. Die Emission des Lichtes funktioniert dann nach dem gleichen Prinzip wie bei einer LED. In einer Halbleiterschicht entstehen Löcher, während die andere Elektronen erhält. Wie bei den LCDs gibt es auch bei OLED Bildschirmen eine Passiv- und eine Aktiv-Matrix, welche ebenfalls gleich aufgebaut sind wie bei LCDs.

Einfach gesagt wird bei dieser Technik das Prinzip des LCDs umgekehrt. Denn anstatt das Licht zu blockieren wird nun an der selben Stelle Licht erzeugt. Durch dieses Prinzip kann also der grösste Nachteil der LCDs aus der Welt geschaffen werden, da keine Hintergrundbeleuchtung mehr nötig ist. Dieser Unterschied führt dazu, dass die Dicke eines Bildschirms im wesentlichen nur noch durch die dicke des Substrates bestimmt wird, also dem Material auf dem die Halbleiter aufgetragen werden. Die Halbleiter selbst, also beispielsweise das Polymer, ist nur 100 bis 200 nm (nanometer) dick.

Nachteile der OLEDs

Trotz den vielen Vorteilen der neuen Technologie ist diese immer noch nicht perfekt. Für die Herstellung von OLEDs werden organische Materialien verwendet, was zu Problemen bei der Lebensdauer, besonders bei blauen OLEDs, führt. An diesem Problem wird jedoch gearbeitet. Im März 2007 wurde bereits die Grenze von 10'000 Stunden Dauerbetrieb für die Lebensdauer von blauen OLEDs überschritten. Dieser Wert wurde bei einem Betrieb mit 1000 Cd/m² (Candela pro Quadratmeter) errechnet. Wenn man jedoch von einer Lichtstärke von 400 Cd/m² ausgeht, so würden die OLEDs 62,000 Stunden durchhalten. Als Lebensdauer wird die Zeit betrachtet, bis die Leuchtdichte auf die Hälfte abgenommen hat.

Ein weiteres Problem ist die Wasserempfindlichkeit des Polymers. Wassermoleküle können diese sehr leicht zerstören, weshalb der Bildschirm wasserdicht sein muss.

Zukunft der OLEDs

Trotz dieser Schwierigkeiten wurde im Dezember 2007 der erste OLED-TV von Sony auf den Markt gebracht, welcher eine Diagonale von 11 Zoll aufweist. Der Bildschirm ist damit noch ziemlich klein, was aber mit den zurzeit noch hohen Produktionskosten zusammenhängt.

Dank der ständigen Weiterentwicklung dieser Technologie wird bereits für 2009 der Durchbruch erwartet. Und nicht nur Bildschirme sollen mit dieser Technik hergestellt werden. Auch Raumbeleuchtungen könnten in Zukunft auf diese Art funktionieren. Was besonders interessant ist, ist dass die OLEDs theoretisch auf fast jeder festen oder flexiblen Oberfläche aufgetragen werden können. So können Fenstergläser zu Lampen oder gar Bildschirmen umfunktioniert werden. Eine weitere Zukunftsvision wären E-papers: Dünne, elastische Folien mit einem eingebauten Bildschirm.

Da OLEDs im Gegensatz zu LCDs wie gesagt keine Hintergrundbeleuchtung benötigen verbrauchen sie auch um einiges weniger Strom, was in heutiger Zeit ein entscheidender Faktor ist. Alle diese Vorteile lassen vermuten, dass der Markt der Bildschirme in nicht all zu ferner Zukunft sehr wahrscheinlich von den OLEDs dominiert werden wird.

Quellen

LCD (englisch) – Wikipedia

http://en.wikipedia.org/wiki/Liquid_crystal_display

Flüssigkristallbildschirm (LCD) – Wikipedia

<http://de.wikipedia.org/wiki/Fl%C3%BCssigkristallbildschirm>

Transistor Wikipedia

<http://de.wikipedia.org/wiki/Transistor>

Aktiv-Matrix (englisch) - Wikipedia

http://en.wikipedia.org/wiki/Active-matrix_liquid_crystal_display

Aktiv-Matrix - Wikipedia

<http://de.wikipedia.org/wiki/Aktiv-Matrix-Display>

Passiv-Matrix - Wikipedia

<http://de.wikipedia.org/wiki/Passiv-Matrix-Display>

Flüssigkristall - Wikipedia

<http://de.wikipedia.org/wiki/Fl%C3%BCssigkristall>

Polarisiertes Licht - Wikipedia

http://de.wikipedia.org/wiki/Polarisiertes_Licht

Polarisationsmikroskop - Wikipedia

<http://de.wikipedia.org/wiki/Polarisationsmikroskop>

LCD – How Stuff Works.com (englisch)

<http://electronics.howstuffworks.com/lcd.htm>

OLED - Wikipedia

<http://de.wikipedia.org/wiki/OLED>

Pressemitteilung über OLEDs (englisch) - CDT

http://www.cdtltd.co.uk/press/current_press_releases/602.asp

OLED (englisch) - Wikipedia

http://en.wikipedia.org/wiki/Organic_light-emitting_diode

Technik der OLEDs – oled.at

<http://www.oled.at/technik.htm>

OLED - How Stuff Works.com (englisch)

<http://electronics.howstuffworks.com/oled.htm>

LED - Wikipedia

<http://de.wikipedia.org/wiki/LED>