

Markus Rudolph

EPaper

Proseminar Technische Informatik
Freie Universität Berlin

Begriffsklärung

- Ursprung in der Displayforschung
- Vereinigung der Vorteile von Papier und herkömmlichen Displays, wie LCDs
- seit den 70ern wird geforscht



+



= ?

Bilder von
www.avantgarde-fotosatz.de und
www.discsoft.com

Ziele

Folgende Eigenschaften versucht man in einem Paperdisplay umzusetzen:

- reflektiv
- bistabil
- dünn, leicht, flexibel (bisher zu falt- und rollbar)
- großer Blickwinkel bei hohem Kontrast
- breites Farbspektrum
- hohe Reaktionszeit
- einfache Herstellung

Motivation

- größere Ressourceneffizienz
 - benötigt wenig Material zur Herstellung
 - könnte Papier in vielen Bereichen verdrängen
- stromsparend
- prädestiniert für den mobilen Einsatz

Technologien

- Rotierende Partikel
- Elektrophorese
- Elektrobenetzung
- Photonische Kristalle
- Ausblick

Rotierende Partikel

- Geburtsstunde des EPapers in 1970ern
- bei Xerox PARC -> Ableger Gyricon

Prinzip:

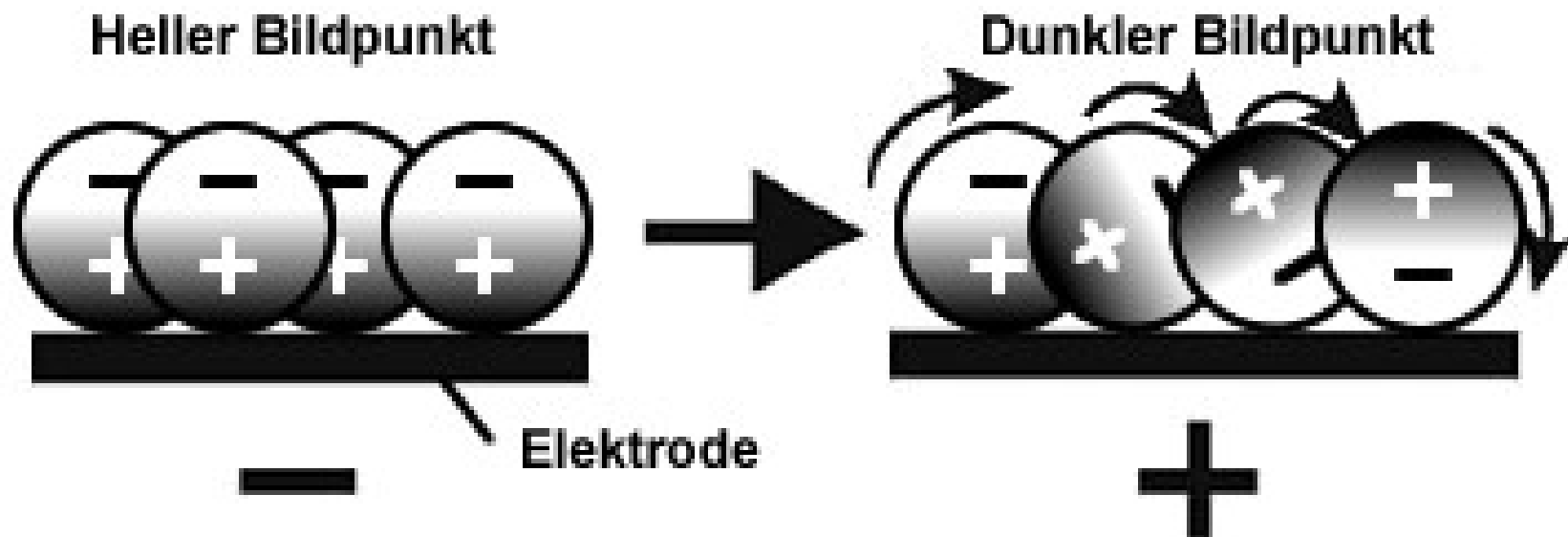


Bild aus Jürgen Karla - Elektronisches Papier, Informatik-Spektrum, Springer Berlin/Heidelberg, Nr.5/Okttober 2003, S. 350ff

Rotierende Partikel

Eigenschaften:

- reflektiv
- bistabil
- dünn, flexibel
- großer Blickwinkel
- nur monochrom
- nur 1000 mal wiederbeschreibbar



Bild von <http://www2.parc.com/hsl/projects/gyricon/>

Rotierende Partikel

Anwendungen:



- Gyricon vertrieb die Technik in Form von Schildern
- Bild war über Funk aktualisierbar

Bild von <http://gyricon.sagent.com/>

Elektrophorese

Definition:

- Transport geladener Teilchen durch einen elektrischen Strom
- Trennung verschiedener Substanzgemische im elektrischen Feld

Anwendung:

- Untersuchung der Eiweißstoffe der Blutflüssigkeit
- Lackiertechnik

Elektrophorese

Prinzip:

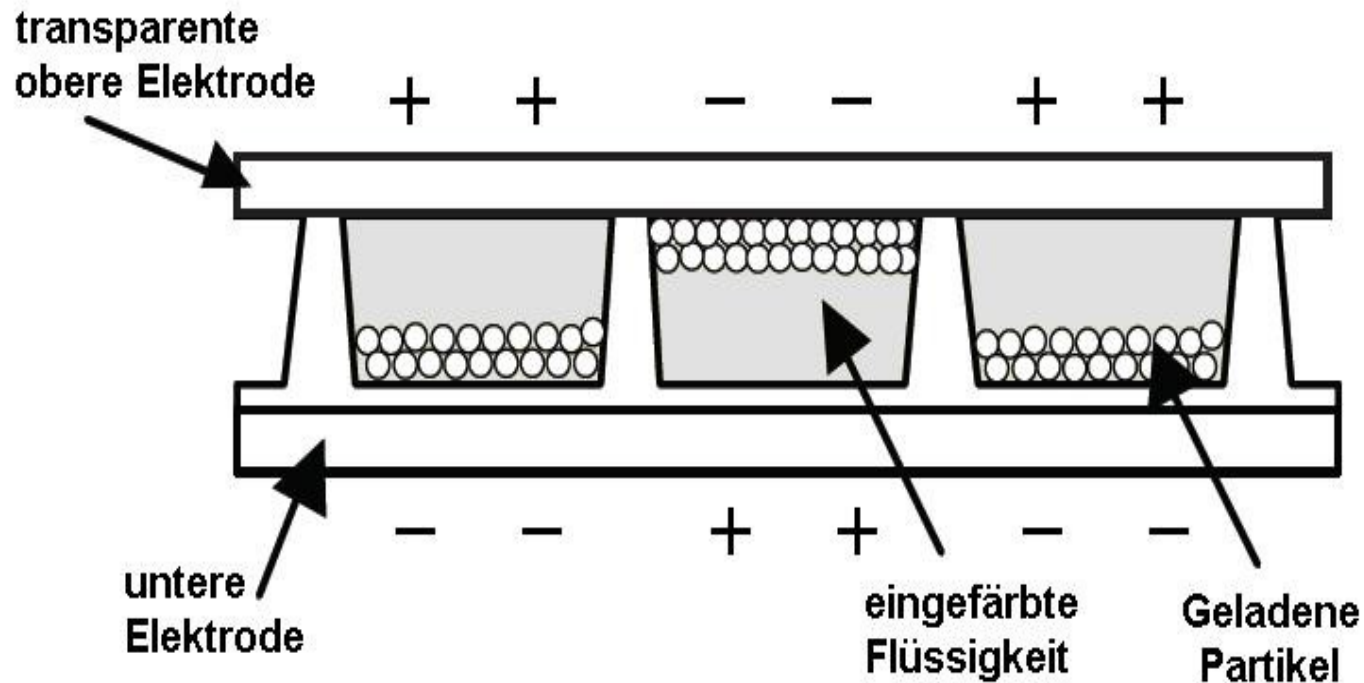


Bild in Anlehnung an die Whitepapers von www.sipix.com

Elektrophorese

Wahl der Materialien:

- Pigmente dürfen weder absinken noch aufsteigen
- gut aufladbar und lang anhaltende Ladung
- chemisch Stabilität und Kompatibilität aller Bauteile
- hohe elektrophoretische Mobilität μ

$$\mu = \frac{\epsilon \xi}{6 \eta \pi}$$

Elektrophorese

Wahl der Materialien:

- Flüssigkeit und Pigmente müssen über gute optische Eigenschaften verfügen
 - Dicke des Displays
 - Farbkonzentration der Flüssigkeit
 - gewünschter Energiebedarf

Elektrophorese

Eigenschaften:

- reflektiv
- bistabil
- dünn, flexibel
- großer Blickwinkel, guter Kontrast
- günstige und schnelle Herstellung
- leider zu langsam für Videos
- blasse Farbenpracht mittels RGBW-Filtern

Beispiel: (E-Ink)

- 40% Reflektivität
- Dicke: 1.2 mm
- Kontrast: 7:1 bei 180° Blickwinkel
- 260ms Reaktionszeit bei monochromen Displays

Werte von www.eink.com „High Resolution Displays“

Elektrophorese

Anwendungen:

- Hersteller: E-Ink, SiPix, Bridgestone
- E-Ink-Technologie findet sich in vielen Produkten wieder
 - Amazon Kindle
 - Sony Libre u.a.
- Bridgestone testete bereits Werbeplakate in Tokyoter Eisenbahnlinie



Bild von amazon.com

Elektrobenetzung

Definition:

- auch elektrischer Kapillareffekt oder „electrowetting“
- Änderung der Benetzungseigenschaften einer Flüssigkeit durch das Anlegen einer Spannung

Elektrobenetzung

Beispiel:

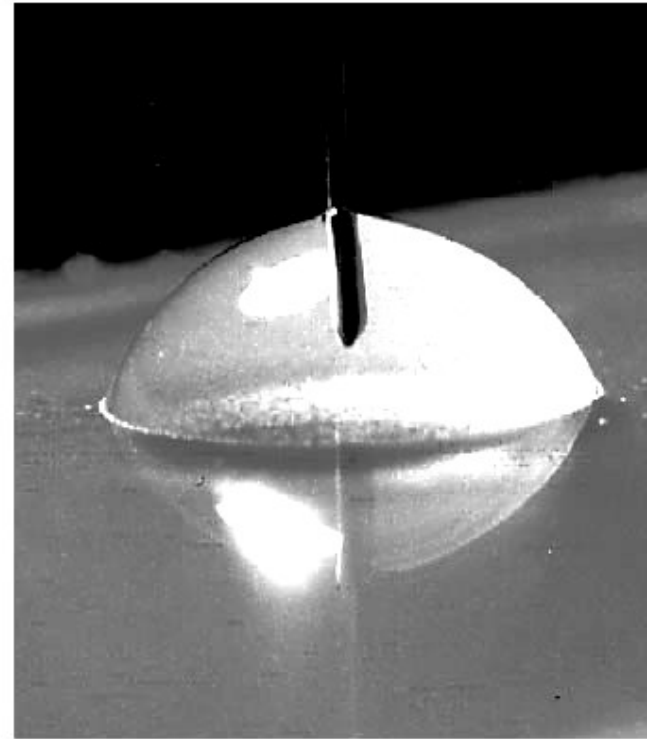


Bild von www.liquavista.com

Elektrobenetzung

Prinzip:

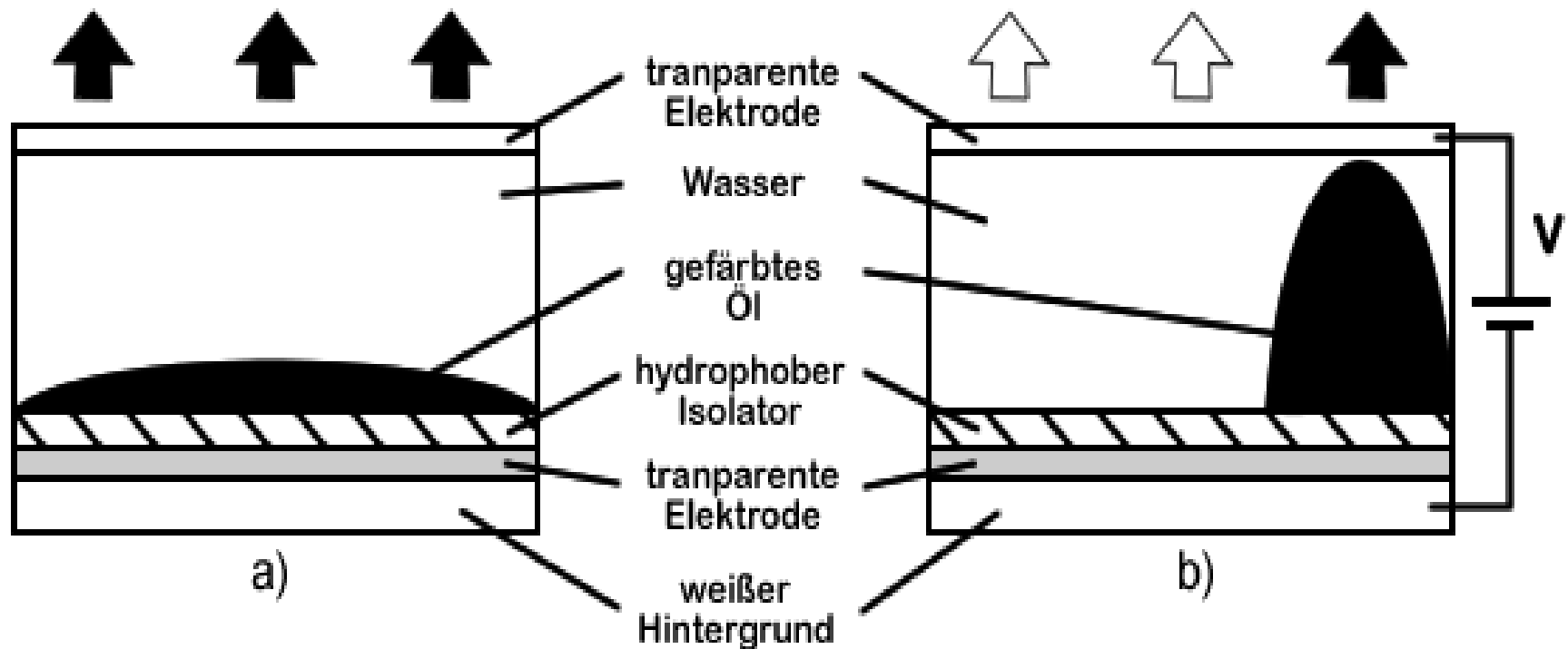


Bild in Anlehnung an die Whitepapers von www.liquavista.com

Elektrobenetzung

Wahl der Materialien:

- hohe Farbkonzentration des Öls
- hoher Kontaktwinkel des Öls beim Anlegen einer Spannung
- möglichst wenig Spannung

Elektrobenetzung

Eigenschaften:

- transmissiv und/oder reflektiv
- nicht bistabil
- dafür hohe Reaktionszeit
- großer Blickwinkel, guter Kontrast
- Aufbau: RGBW-Subpixel, aber auch Stapelung der R-, G-, B-Zellen, gute Farbenpracht
- einfache Produktionsumstellung bzgl. LCD

Beispiel: (Liquavista)

- <50ms
- Kontrast bis 8:1, bei 180° Blickwinkel
- 0.9mm Dicke
- Energieverbrauch: 300mW

Werte von liquavista.com „ColorBright“
(segmentiertes Display)

Elektrobenetzung

Anwendungen:

- Hersteller: Liquavista (Ableger von Philips)
- in MP3-Playern, Uhren u.ä.



LCD Display

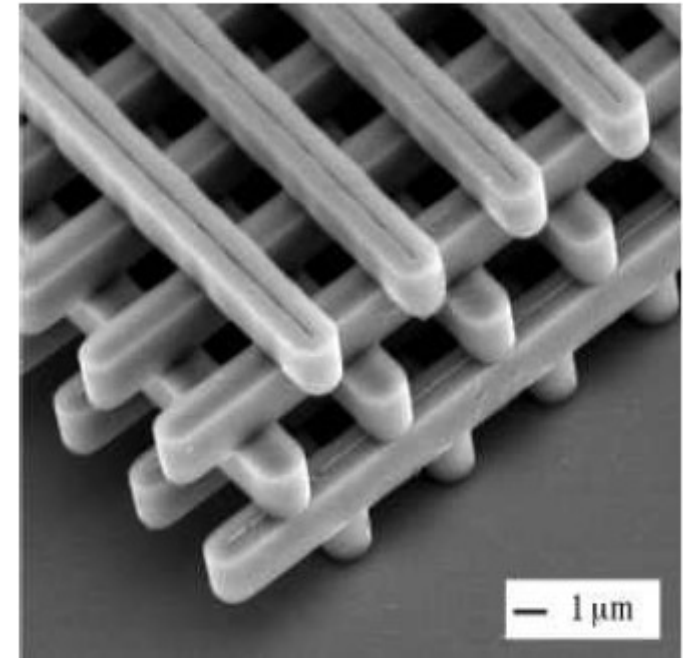
Liquavista

Bild von www.liquavista.com

Photonische Kristalle

Definition:

- „Halbleiter für Photonen“
- periodisch strukturiert
- spezifischer Brechungsindex
- lokaler und gezielter Verzicht der Struktur erlaubt das Lenken und Speichern von Licht



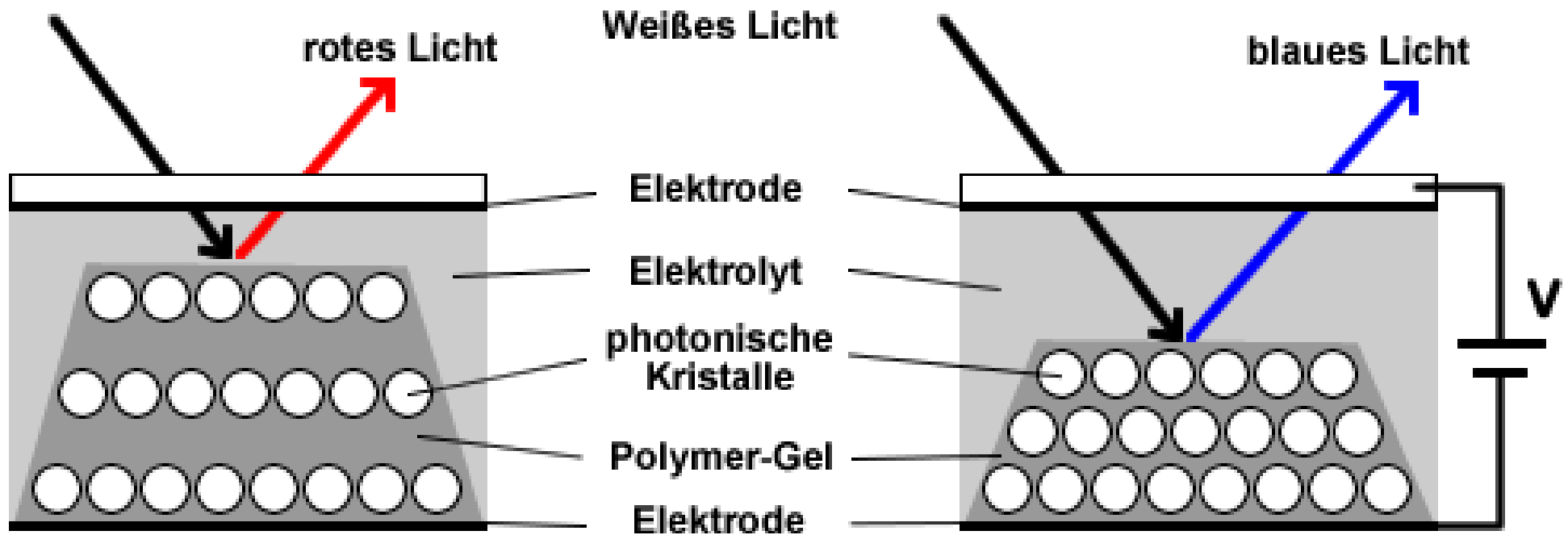
Anwendung:

- Quantenrechner und Glasfasertechnik

Bild von <http://www.uni-heidelberg.de/institute/fak12/AC/huttner/heinze/katja/seminar/opale.pdf>

Photonische Kristalle

Prinzip:



Photonische Kristalle

Eigenschaften:

- reflektiv
- bistabil
- großes Farbspektrum (bis Infrarot und Ultraviolett)
- alle Farben mit einem Pixel
- dünn, leicht, flexibel
- guter Kontrast
- zu langsam und zu teuer
- schwere Herstellung

Photonische Kristalle

Ausblick:

- Hersteller: OPALUX
- seit 20 Jahren werden photonische Kristalle erforscht

Andere Technologien

- cholesterische LCDs
- sind bistabil
- Hersteller: ZBD Solutions, Nemoptic, Kent Displays



Bild von www.zbdsolutions.com

Anwendungsmöglichkeiten

- Preisschilder
- Werbung
- Indikatoren (z.B. in Chipkarten, Batterien)
- elektronische Bücher/Zeitungen
- in mobilen Engeräten
- als Textur

Ausblick

- Marktreife nimmt zu
 - ▶ mehr Firmen interessiert
- derzeit überwiegend monochrome Displays im Einsatz
- hohes Substitutionspotential gegenüber Papier
- segmentiert
 - ▶ hochauflösend
 - monochrom ▶ farbig
 - fest ▶ flexibel
 - langsam ▶ schnell