

50763058-TOS/NET 08-9157

**Workshop;
Initiatie ontwikkeling SMART Kasdek**

Arnhem, 30 juli 2008

Auteurs M. Schreurs
KEMA Technical & Operational Services

In opdracht van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit



Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit



landbouw, natuur en
voedselkwaliteit

| | | | |
|----------------------|-------------|--|--------|
| auteur : M. Schreurs | 08-07-30 | beoordeeld : S.Th.M. Stokman-Godschalk | 08-08- |
| B 50 blz. | 5 bijl. WSc | goedgekeurd : C.A.M. van den Ende | 08-08- |

© KEMA Nederland B.V., Arnhem, Nederland. Alle rechten voorbehouden.

Het is verboden om dit document op enige manier te wijzigen, het opsplitsen in delen daarbij inbegrepen. In geval van afwijkingen tussen een elektronische versie (bijv. een PDF bestand) en de originele door KEMA verstrekte papieren versie, prevaleert laatstgenoemde.

KEMA Nederland B.V. en/of de met haar gelieerde maatschappijen zijn niet aansprakelijk voor enige directe, indirecte, bijkomstige of gevolgschade ontstaan door of bij het gebruik van de informatie of gegevens uit dit document, of door de onmogelijkheid die informatie of gegevens te gebruiken.

De inhoud van dit rapport mag slechts als één geheel aan derden kenbaar worden gemaakt, voorzien van bovengenoemde aanduidingen met betrekking tot auteursrechten, aansprakelijkheid, aanpassingen en rechtsgeldigheid.

INHOUD

| | blz. |
|-----------|--|
| 1 | Achtergrond 4 |
| 2 | Resultaten Workshop 5 |
| 2.1 | Brainstorm Toepassingen 6 |
| 2.2 | Brainstorm Wensen 7 |
| 2.3 | Brainstorm Eisen 8 |
| 3 | Conclusie 9 |
| Bijlage A | Deelnemerslijst workshop 10 |
| Bijlage B | Presentatie Smart KAsdek 11 |
| Bijlage C | Presentatie Smart Molecules 19 |
| Bijlage D | Presentatie Slim, Slimmer, Slimst 42 |

1 ACHTERGROND

Om optimaal gebruik te kunnen maken van het natuurlijke licht is het wenselijk om de transmissie voor van het kasdek aan te kunnen passen. Hiervoor wil de tuinder kunnen regelen op NIR, direct licht, diffuus en eventueel zelfs kleur. De mogelijkheden die de tuinder nu heeft zijn schermen binnen of buiten de kas. Inmiddels wordt gewerkt aan flexibele kasdekken door tussen de twee lagen van een dubbel dek lamellen te plaatsen waarvan de stand kan worden aangepast of een vloeistof te laten stromen die varieert qua samenstelling. In eerder onderzoek is aangetoond dat een flexibel kasdek die zich aanpast naar de omstandigheden (Smart Kasdek) ook met “slimme” moleculen mogelijk is, waardoor geen dubbele lagen, vloeistoffen en mechanische opties nodig zijn. Hierbij wordt gebruik gemaakt van LCD-techniek. In een eerdere workshop met tuinders is enthousiast op deze ontwikkeling gereageerd.

Deze ontwikkeling die in potentie zeer interessant is vergt echter een lang traject en vooral activiteiten bij partijen buiten de glastuinbouw.

KEMA heeft in 2006 het beleidsplan voor een innovatief lichtregelsysteem voor de glastuinbouw; SMART Kasdek opgesteld. De ontwikkeling van een dergelijk systeem, gebaseerd op een ‘slim molecuul’, is afhankelijk van de financiële middelen die beschikbaar zijn. Veelal zal dit in de vorm van subsidies gaan. Aangezien aan iedere subsidiebron een programma gekoppeld is, is het van belang dat deze programma’s de ontwikkeling van SMART Kasdek bevatten. Om SMART Kasdek onderdeel te laten worden van deze programma’s dienen de beleidsmakers het belang van de ontwikkeling van SMART Kasdek in te zien.

Om de ontwikkeling van SMART Kasdek in gang te zetten is een workshop georganiseerd waaraan de beslissers en adviseurs van de verschillende partijen die hier een rol spelen hebben deelgenomen (zie bijlage A voor de deelnemerslijst).

De doelstelling van dit project was het bij elkaar brengen van belanghebbenden en beleidsmakers op het gebied van SMART Kasdek. Aangezien een SMART Kasdek ook kan worden toegepast in de utiliteitsbouw, hebben ook belanghebbenden uit deze sector deelgenomen.

Tijdens de workshop zijn verschillende presentaties gegeven over de state-of-art voor slimme moleculen en slimme materialen. Tevens is er een presentatie gegeven over het toekomstperspectief van slimme kasdekmaterialen in de glastuinbouw.

2 RESULTATEN WORKSHOP

Op 23 januari 2008 heeft KEMA in opdracht van het productschap Tuinbouw en het ministerie van LNV een workshop georganiseerd met als titel Schakelend Glas. De inspirerende locatie Paviljoen de Posbank is gekozen vanwege de combinatie van glas, duurzaamheid, energie en natuur. Door het actief benaderen binnen de (utiliteits)bouw en architectenbranche, onderzoeksorganisaties, brancheorganisaties uit tuinbouw en uiteraard de geïnteresseerden binnen de tuinbouwbranche waren er 32 aanmeldingen. Na de ontvangst en het informele samenzijn met koffie en appelgebak start **Mereille Schreurs van KEMA** met haar presentatie 'Smart Kasdek'(zie bijlage B); een combinatie van innovaties in zowel technologie als markten. Hiermee geeft zij een overzicht van de tot nu toe uitgevoerde projecten of dit gebied. Daarnaast worden innovaties vanuit verschillende technologie-invalshoeken belicht en de toepassingen binnen de verschillende markten. Hierbij worden sprekende voorbeelden gegeven. Schakelend glas dat deze 'smart moleculen' bevat is in potentie goedkoper. Nu moeten om hetzelfde effect te verkrijgen vele lagen toegepast worden. Met deze moleculen kan in 1 dunne laag een groot scala aan functies toegepast worden. Daarnaast bevatten deze moleculen geen dure componenten zoals bijvoorbeeld goud, platina en titanium. Het reële tijdspad van deze ontwikkeling tot het stadium van toepassing in 10 jaar. Daarbij is het belangrijk te weten welke functionaliteiten voor de verschillende markten/toepassingsgebieden wenselijk zijn. In eerste instantie zal de verdere ontwikkeling van het molecuul centraal staan.

Over de ontwikkeling van schakelbare materialen door de **Rijksuniversiteit Groningen** geeft **Dr. Mike Pollard** een interessante uiteenzetting (zie Bijlage C). De aard en structuur van de moleculen wordt met sprekende voorbeelden en bewegende beelden toegelicht. De huidige ontwikkelingen en verdere potentiële innovaties worden gemotiveerd. De perspectieven en toepassingen die hierbij mogelijk (kunnen) zijn komen ook aan bod. Mike benadrukt nog dat de leerstoel van de RUG op dit gebied een 'excellent' lab is dat wetenschappers vanuit de hele wereld aantrekt.

Na een korte pauze gaat **Leo Oprel** van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit in op het toepassingsperspectief en de wensen voor de tuinbouw (zie bijlage D). Hij sluit aan bij de bijdrage van Mike Pollard met de mededeling dat wij in Nederland zeer content mogen zijn met alle wetenschappers die in Groningen hun kennis bundelen. En deze unieke ontwikkelingen voor innovaties als deze beschikbaar hebben. Verder gaat Oprel in op de kosten van energie en de energiebesparing die deze ontwikkeling teweeg kan brengen. Dit schetst de kansen voor telers om hun kassen Slim...Slimmer...Slimst te maken.

Na de lunch met ruime mogelijkheden voor kennismaken, uitwisselen van informatie en onderlinge discussies staat er in het middagprogramma een brainstorm op het programma.

In drie groepen is in het middagprogramma van de workshop gebrainstormd over de wensen, eisen en toepassingen van schakelend glas. De samenvatting van de ideeën, besproken punten et cetera zijn, per groep, weergegeven in de volgende paragrafen.

2.1 **Brainstorm Toepassingen**

Kassen

- gepixeleerd aansturen (reclame Schiphol)
- geluid/geur
- teelt verhogende gloflengtes doorlaten
- kashuid veranderd van kleur
- camouflage kas.

Utiliteitsbouw

- bioritmes (vergelijk Philipslamp)
- gepixeleerd aansturen (reclamedoeleinden)
- gebouw veranderd van kleur
- scheidingswand.

Vervoer/Transport

- momentaal veranderende blindering van ruiten
- elektriciteitstransport
- ballonfiets
- anti-condenslaag
- bedieningspaneel verbergen/zichtbaar maken.

Generiek

- environmental diode
- ademend glas (lucht, licht, CO₂, vocht en warmte)
- sensor toepassing
- energie oogsten (PV?)
- zelfreinigend glas (anti kras)
- antischimmel
- isolatie

- buigbaar/flex.

2.2 **Brainstorm Wensen**

- Woningbouw ook ?!
- Glas komt steeds terug, folie is moeilijk e-besparend.
- CO₂ neutraal.
- Efficiënter maken van energie huishouding.
- Gebruik van energie van anderen.
- Zoveel mogelijk licht.
- Elektriciteitsopslag 15 MW/uur.
- Creëren van ideale gasomstandigheden:
 - zomer warmte buiten
 - winter warmte binnen.
- Kennis licht & groei, harde waarden nodig voor industrie om tot productie over te gaan.
- 'Luxaflex voor:
 - kleur & licht
 - direct & diffuus licht
 - warmte.
- Snel instelbaar op 15 hectare.
- Warmteweg.
- Regelbaar op lichtdoorlaat (LTA) en warmtedoorlaat (g=ZTA=zonnestraling).
- Voorkomen van hinderlijk licht voor beeldschermwerk.
- Traploos schakelend.
- Over technische grenzen heen.
- Manipuleren van beeld, uiterlijk 'wat ik zie vanaf bureau'.
- Het moet 'meteen' een succes zijn.
- Doorbraak "LED's".
- Philips heeft verstand van licht op mensen/plantem.
- Glastuinbouw wil snel:
 - technology pull op Philips
 - concurrerende markt.
- Schakelend van 0 tot 100%:
 - transmissie (reflectie)
 - diffuus (zwart)
 - warmte.

- Gesloten kas heeft aangetoond dat er nog 20% productieruimte is.
- Utiliteit wil graag warmte van kas.
- Elektriciteit uit zon.
- *Energiekosten zijn ¼ deel van prijs plant.*
- Vermeerderen van totale hoeveelheid licht.

2.3 **Brainstorm Eisen**

- Weersbestendigheid nu en in verre toekomst
- Traploos schakelbaar (dimmen)
- Goede doorlaatbaarheid, geen adsorptie van licht in PAR gebied (400-800 nm)
- Goede helderheid
- Lichtgewicht
- Kennis over specificaties
- Splitsing van spectra PAR en NIR, per spectrum schakelbaar
- Bestendigheid temperatuur van -10° C tot 60° C
- PAR en NIR traploos schakelbaar/ IR (lange golven) aan of uit
- Snelle schakeling (< 5 min)
- Minimale oppervlaktevervuiling
- Vochtbestendig
- Condensvorming minimaliseren
- Brede toepassing voor economische haalbaarheid
- Toepassing als glas, als folie en vooral internationaal
 - *Toepassing van folie is interessanter*
- Terugverdientijd ≤ 5 jaar voor kwekers van tomaten/paprika's/komkommers en rozen
- Reflexie beperkt houden
- Levensduur van 15 jaar (vergelijk levensduur kassen)
- Eis aan proces van ontwikkeling: samenwerking tussen Glastuinbouw en Utiliteitsbouw
 - Hierbij deeloplossingen definiëren voor verschillende sectoren en toepassingen

Kosten

- De kosten voor de realisatie van een Kas zijn EUR 40,=/m² voor een kantoorpand EUR 500-600/m².
- Energiekosten in een kas zijn EUR 10,=/m² voor tomatenkweek, dit geeft aan dat besparingen op energie meeste rendement opleveren. (Winst op de productie bij tomatenteelt 5% en bij rozen 5-10%)

Potentiële markten voor schakelend glas

- automobieliindustrie
- utiliteitsbouw
- architectuur
- tuinbouw.

3 CONCLUSIE

Op 23 januari 2008 heeft KEMA in opdracht van het productschap Tuinbouw en het ministerie van LNV een workshop georganiseerd met als titel Schakelend Glas. De inspirerende locatie Paviljoen de Posbank is gekozen vanwege de combinatie van glas, duurzaamheid, energie en natuur. Door het actief benaderen binnen de (utiliteits)bouw en architectenbranche, onderzoeksorganisaties, brancheorganisaties uit tuinbouw en uiteraard de geïnteresseerden binnen de tuinbouwbranche waren er 32 aanmeldingen.

De deelnemers waren enthousiast over het idee van een SMART Kasdek, dat ook toepasbaar is in de utiliteitsbouw. Naar aanleiding van de workshop zijn de eerste initiatieven ontplooid voor het opzetten van vervolgprojecten. De voorstellen hiervoor zullen binnen afzienbare termijn worden geschreven.

BIJLAGE A DEELNEMERSLIJST WORKSHOP

| | | |
|---|--|---|
| | | |
| Bart in 't Groen KEMA Nederland B.V. | Mereille Schreurs KEMA Nederland B.V. | Suzanne Stokman- Godschalk KEMA Nederland B.V. |
| Dennis Medema Productschap Tuinbouw | Herma Enthoven Redactie Energiek2020.nu | Leo Oprel Ministerie LNV |
| Jos Olijve FujiFilm Manufacturing Europe B.V. | J. van den Nouweland Marjoland Rozen | Maus Dieleman SenterNovem |
| Willem Bos Bosvariant ScheppingsStrategen | Maurice van der Hoorn Van der Hoorn Orchideeen | Jan Ruigrok TNO en glastuinbouw |
| Tom Dueck WUR Greenhouse Horticulture | Nico Stijger LTO Groeiservice | Jan Drissen Oskomera Group B.V. |
| Maarten Willems TUE, faculteit bouwkunde | Gerrit Oversluizen Philips Research Laboratories | Walter Eevers NITTO Europe |
| Friso Kramer Industrial Designer | Tjibbe van der Werff BRS Groep | Henk Ottema LTO Groeiservice |
| Peter Thun BRS Groep | Eduard Böhtlingk Architect | Netty Kramer Industrial Designer |
| Klaas Herrema Architecten van Mourik | Valentino Villari Scheuten Glas | Frans van Herwijnen ABT |
| Theo Eeuwes IDeeuwes | | Joost Hoedjes Zuurbier en Co Rozenkwekerijen B.V. Leo van der Lans Lans Tomaten |

BIJLAGE B PRESENTATIE SMART KASDEK



SMART KASDEK

Een combinatie van innovaties in technologie en markten?

Mereille Schreurs; 23-01-2008

Experience you can trust.

Doel van vandaag

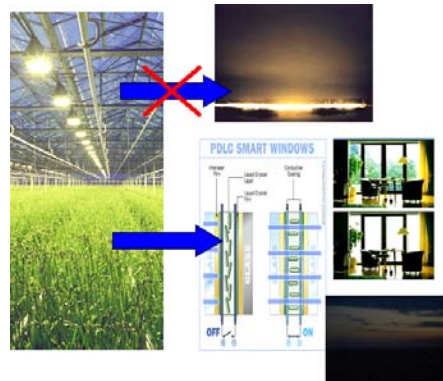
- Presenteren van de wensen van de glastuinbouw
- Peilen of dit ook interessant is voor architectuur
- Indentificeren mogelijke toekomst

Inleiding elektrische folieschermen

- Achtergrond
- Bestaande lichtregelsystemen
- Bestaande elektrische systemen
- Toekomstige elektrische systemen
- Wensen/ eisen toekomstig systeem voor glastuinbouw
- Voordelen bij gebruik als constructief glas
- Ontwikkelingsplan
- Conclusie

Achtergrond

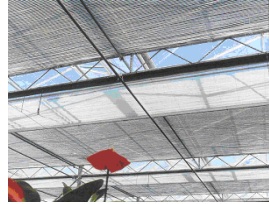
- Gebruik van elektrische folieschermen t.b.v.
 - voorkomen lichthinder
 - bewerkstelligen optimaal kasklimaat
- ~10.000 ha greenhouses in NL
- In opdracht van:
 - Productschap Tuinbouw
 - Ministerie van LNV



Bestaande lichtregelsystemen kassen



Buitenscherm



Energiescherm



Zonweringscherm



Lichtweringscherm

Eigenschappen bestaande lichtregelsystemen kassen

- Beperkt instelbaar
- Negatieve invloed op klimaat in de kas
 - Vochtigheid
 - Temperatuur
 - CO₂-toevoer
- Relatief korte levensduur

Bestaande systemen gebouwen



Lamellen



Schuifschermen



Vouwschermen



Folies

Bestaande elektrische systemen



- Aansturing via elektriciteit of zonlicht
- Meerlaagse systemen
- Lage transmissie voor zowel direct als diffuus licht
- Vooral toegepast in gebouwen



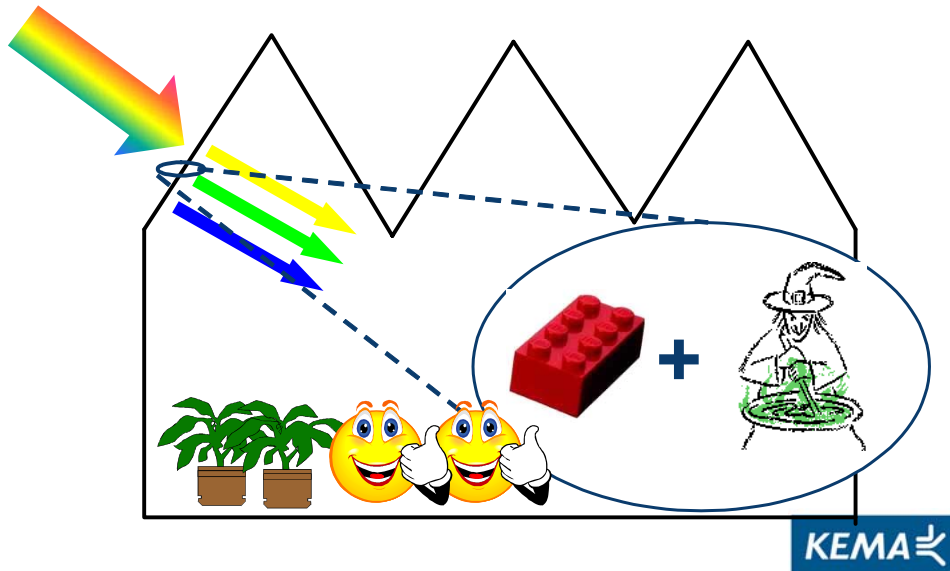
Eigenschappen bestaande elektrische systemen

- Lage PAR transmissie (~70% i.p.v. >80%), dit is te laag voor toepassing in kassen
- Hoge prijs (Kosten ~ 750€/m²)

Toekomstige elektrische schermen

- Smart materials; verandering van eigenschappen door simpele stimulans (Rijks Universiteit Groningen; volgende presentatie)
- Flat-panel display technology; molekulen oprollen en uitvouwen per pixel (Universiteit van Cincinnati)

Toekomstige elektrische systemen



Wensen glastuinbouw

- Huidige elektrische schermen zijn niet toepasbaar
- Ontwikkelen van nieuwe systemen is mogelijk
- Ontwikkelen systeem dat instelbaar
 - NIR filtert
 - Blauw, verrood, UV filtert
 - Direct licht omzet in diffuus licht
- Economisch rendabel

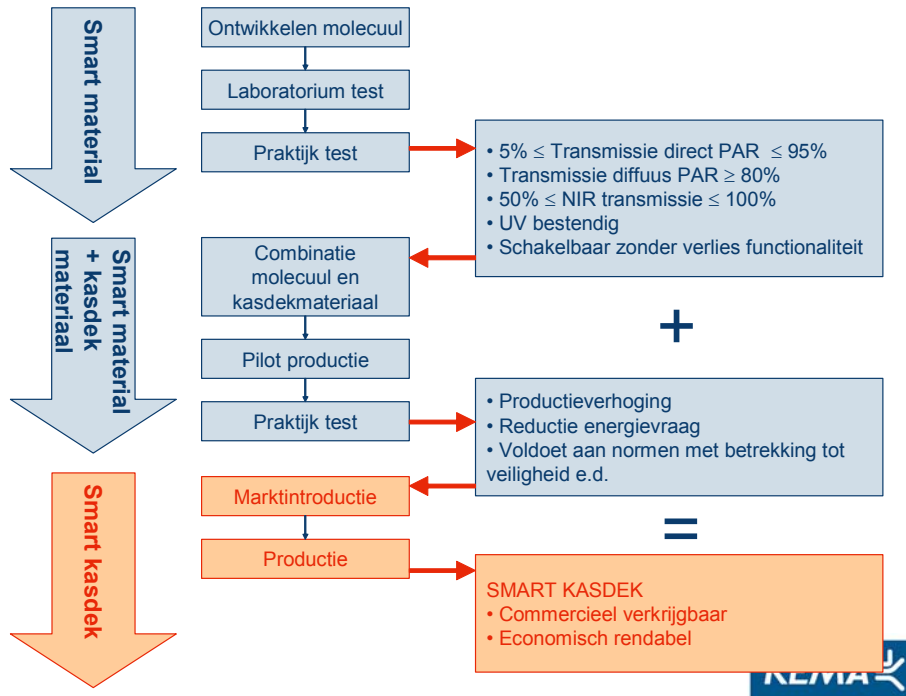
Eisen SMART KASDEK glastuinbouw

- $5\% \leq$ transmissie direct PAR $\leq 95\%$
- Transmissie diffuus PAR $\geq 80\%$
- $50\% \leq$ NIR transmissie $\leq 100\%$

- UV bestendig
- Meermalen schakelbaar
- Reductie energiebehoefte kas
- Productieverhoging
- Veilig te gebruiken

Constructief glas

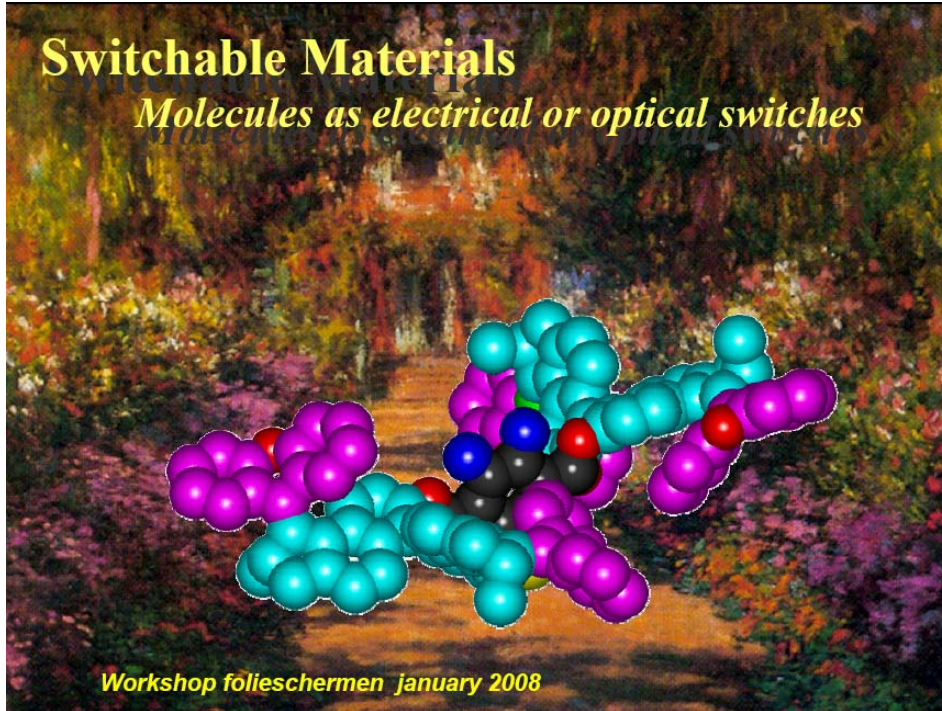
- Verminderen elektriciteitsgebruik omdat airconditioning niet nodig is
- Verbeterde klimaatcontrole
- In potentie goedkoper dan bestaande elektrisch schakelende systemen



Conclusie

- Ontwikkeling SMART Kasdek is gewenst vanuit glastuinbouw
- Lange termijn ontwikkeling
- Potentie in de architectuur
- Samenwerking tussen verschillende markten vergroot kans op succes

BIJLAGE C PRESENTATIE SMART MOLECULES



Smart Materials

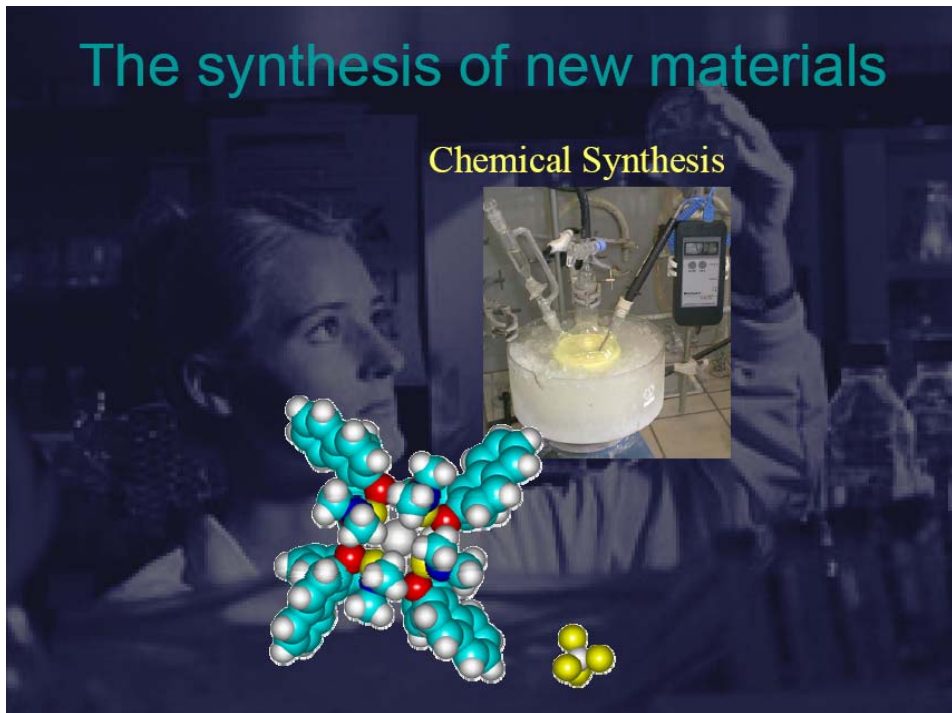
Display material-prototype of smart material

Liquid crystalline screen



Smart responsive surface

change in property in response to external signal



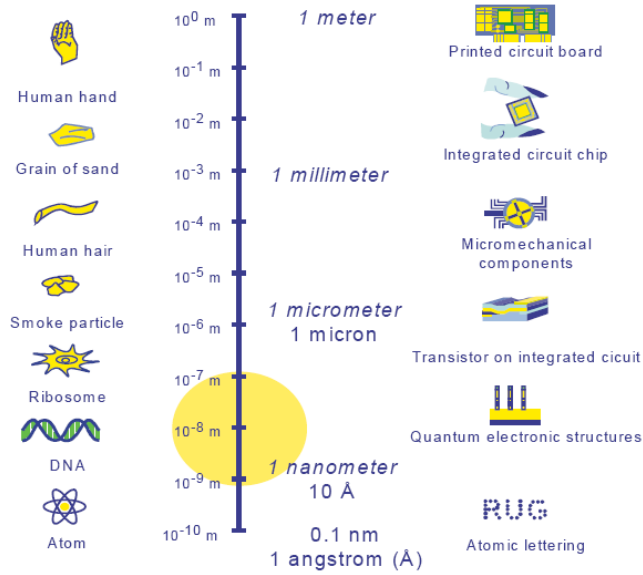
Chemical Design & Synthesis

properties of new materials



from Macro to Nano

control of materials properties at different length scales



Nanotechnology in Nature

Natural Robot



± 24 nm =
0.000000024 m

Artificial Robot



± 2 m

Nanotechnologie

Miniaturisering



Slimme Materialen



Switchable Materials

Challenges:

- Eliminate/decrease irradiation
- Tune Intensity
- Filtering of parts of light
- Reflecting of light
- Adapt light for more efficient uptake by plant
- Control heat

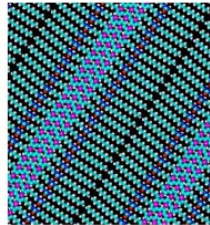
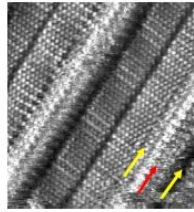


- Color change
- Transmission of light

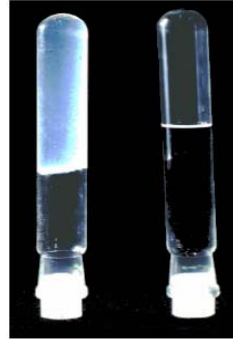
Smart Materials
examples



Liquid Crystal screen



Smart surface

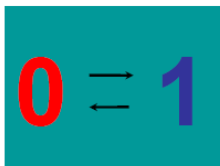


gel
plastic



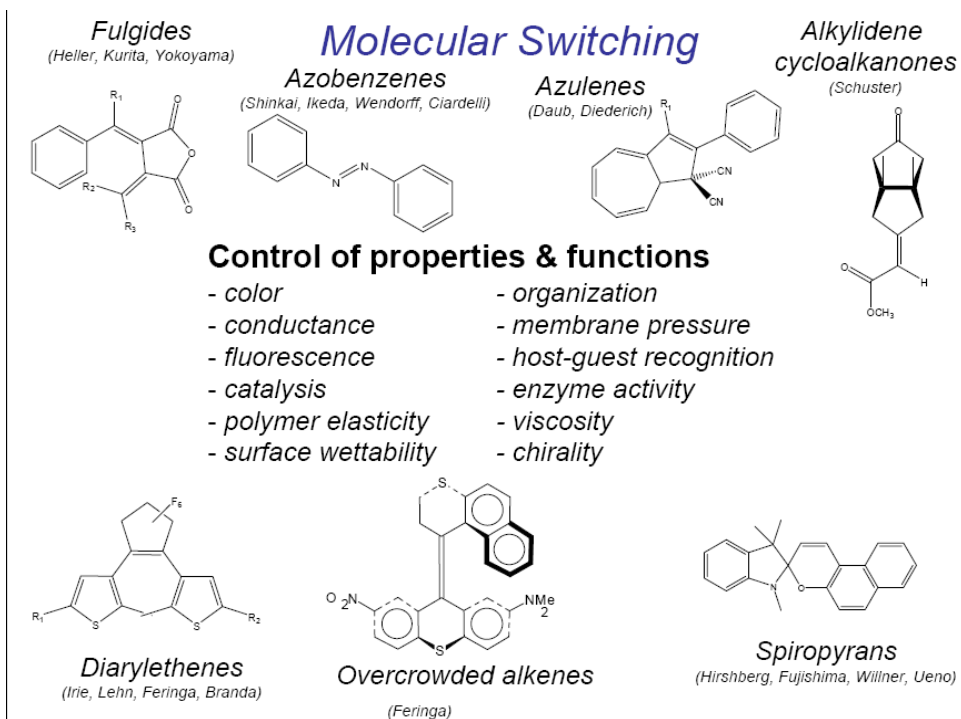
Molecular Switches

reversible control



Optical switching

Electronic switching



How to control light that reaches crop in fully adaptable and reversal way?

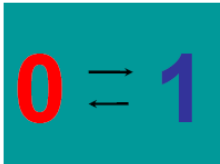


molecular switches
light sensitive materials



Smart Materials

switches

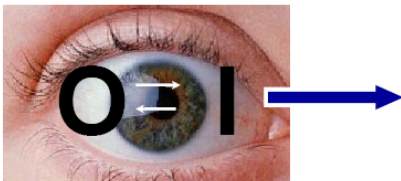


CHANGE IN PROPERTIES BY:

- | | |
|------------------------|-----------------|
| molecular switching | <i>direct</i> |
| change in organization | <i>indirect</i> |

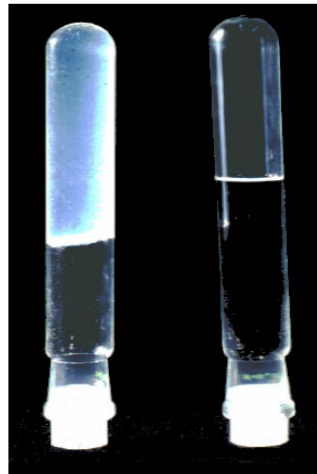
Molecular Switching by Light

Binary System at Molecular Level



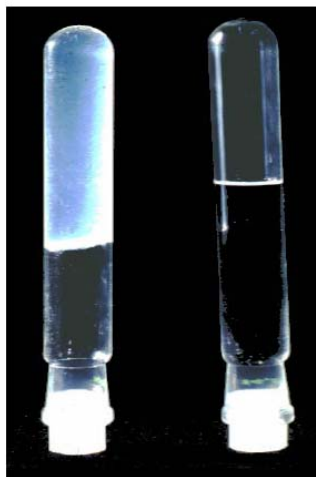
REQUIREMENTS:

- Selective
- Thermally stable
- Light stable
- Control of switching



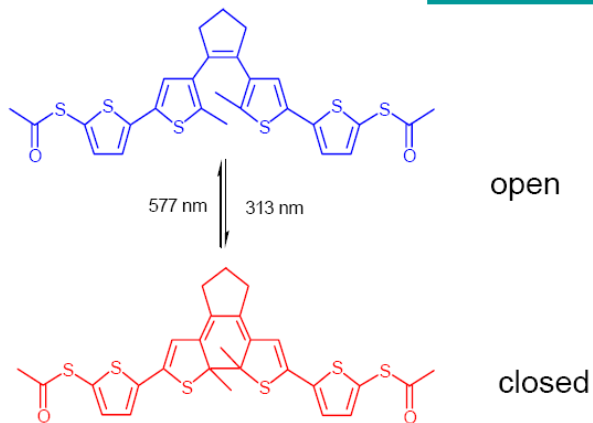
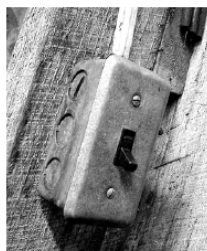
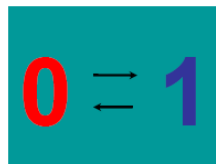
Molecular Switching by Light

Control over light transmission

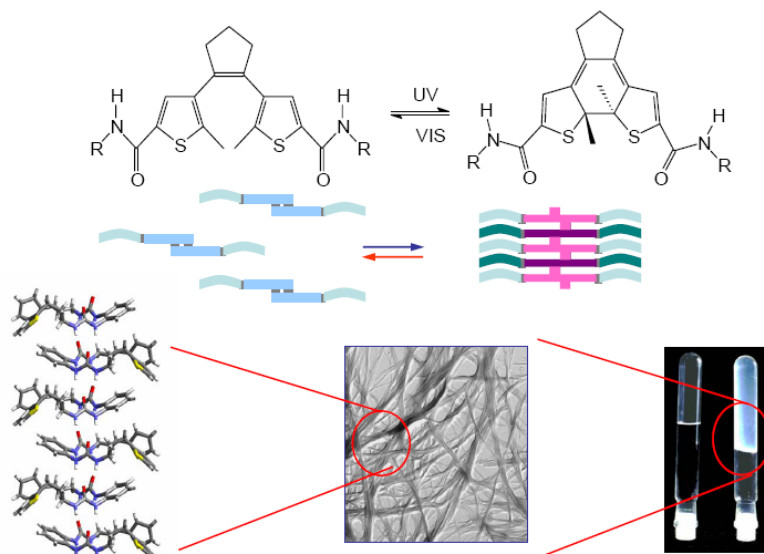


Switching on command

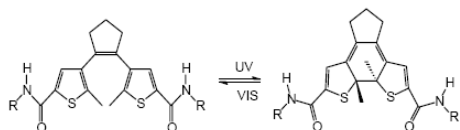
Molecular light switches



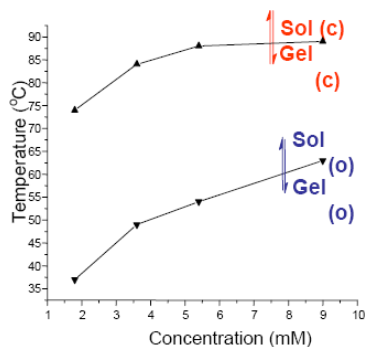
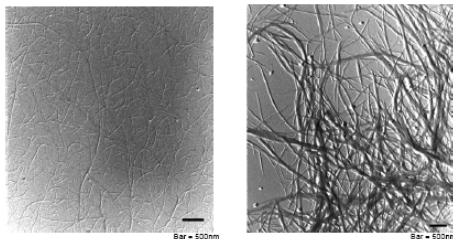
Self-Assembly photocontrol of supramolecular organization



Phase behavior and Fibre Structure

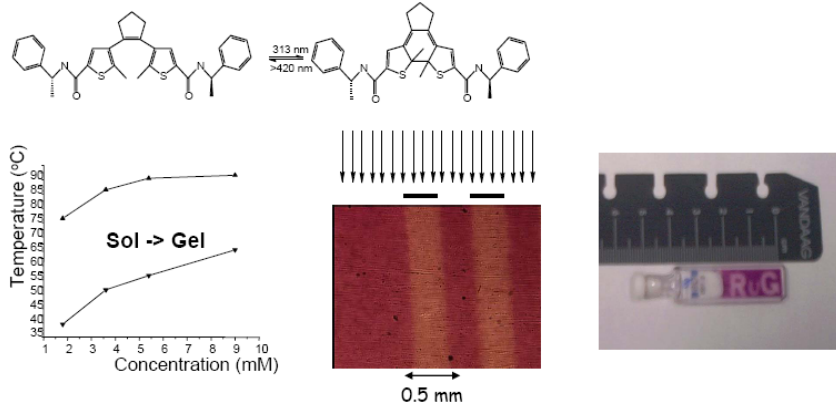


TEM pictures



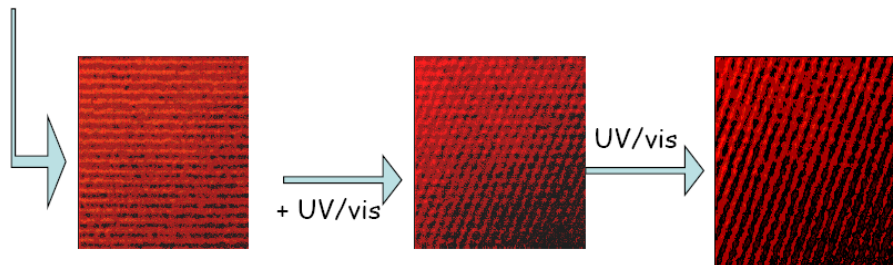
- Reversible photo-control of the sol → gel

Photo-induced gel-sol phase transition



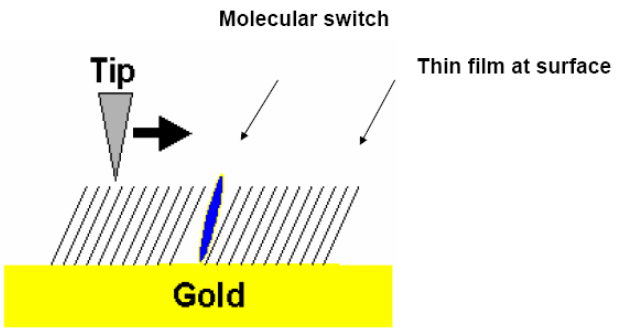
- Fast formation of purple gels in fluid matrix
- Patterns are stable for days
- and resist gravitational flow

Dynamic Gel Pattern



- Control over the organization in the material

Switching at surface



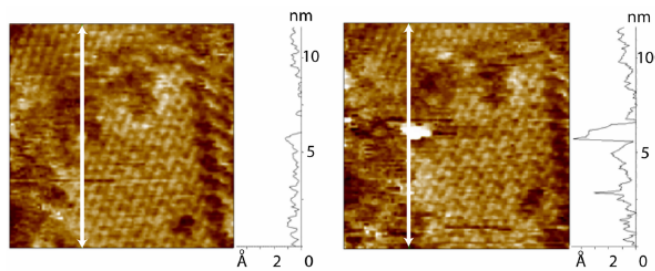
Switching

- sunlight ?
- electrical ?

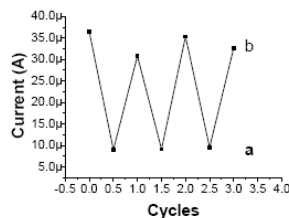
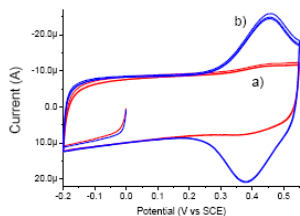
Switching at surface

Monolayers of molecules

Switching - light
- electrical



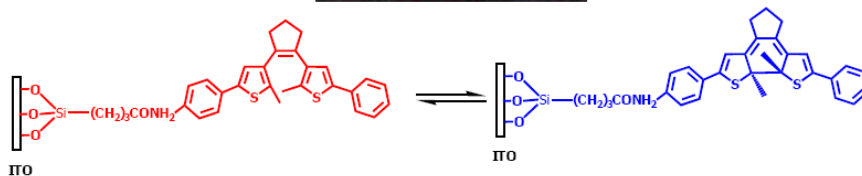
Self-assembled monolayers of diarylethene switches on the ITO glass



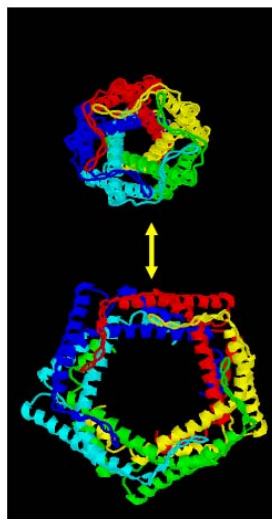
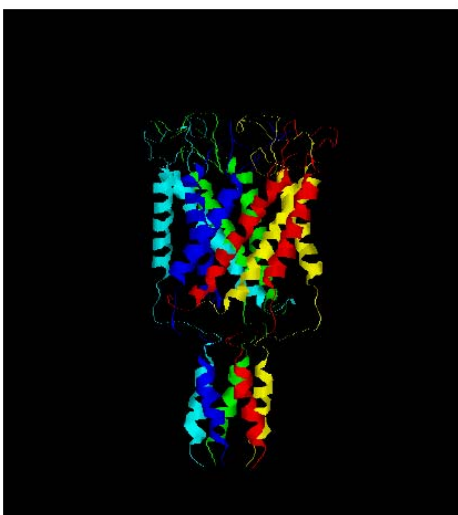
Cyclic voltammetry



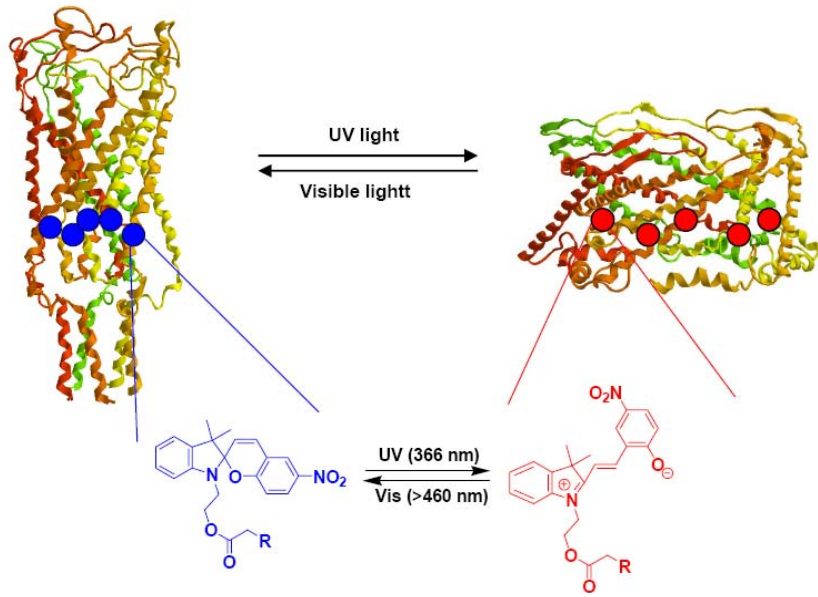
Indium-Tin oxide (ITO) glass
-conductive
-transparent



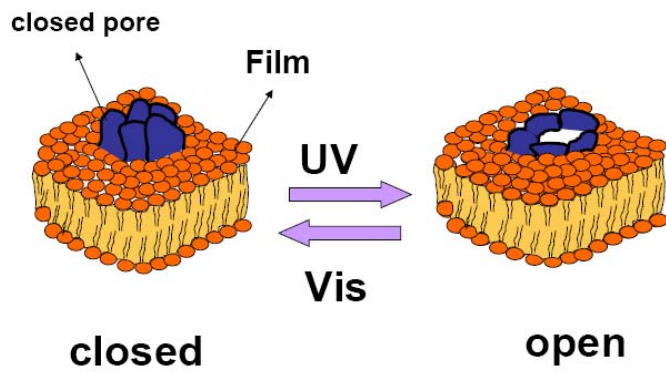
Switchable Pores/Nanochannels



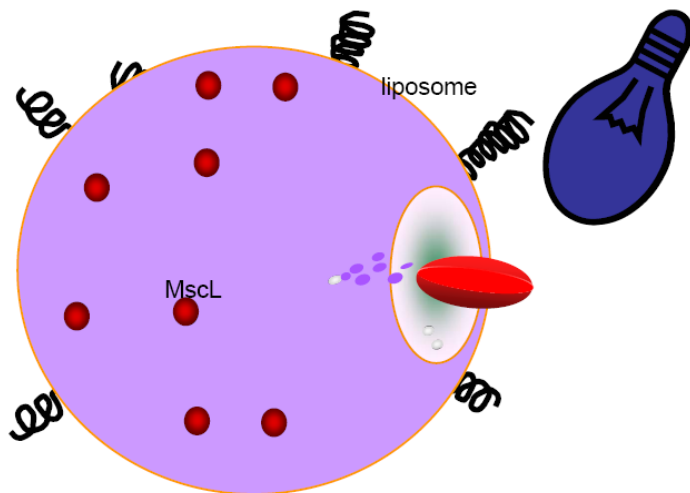
Switchable Pores

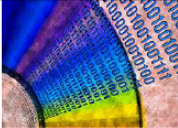


Smart surfaces
opening of pores

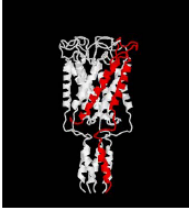



Pore in Micro Capsule





Molecular Switches

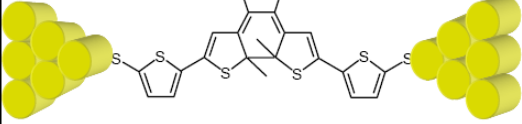




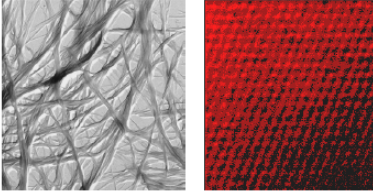
CN(C)c1ccc2c(c1)sc(c2)C3=CC=CC=C3S4=CC=CC=C4

optical

mechanical



electronic



dynamic

Self-organization

A (molecular) rotary motor

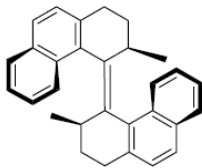
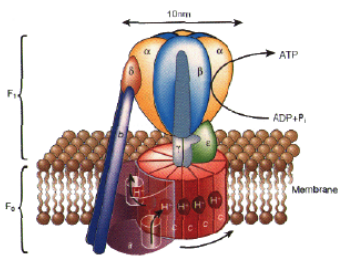


Mimic the function of macroscopic devices at the molecular level?

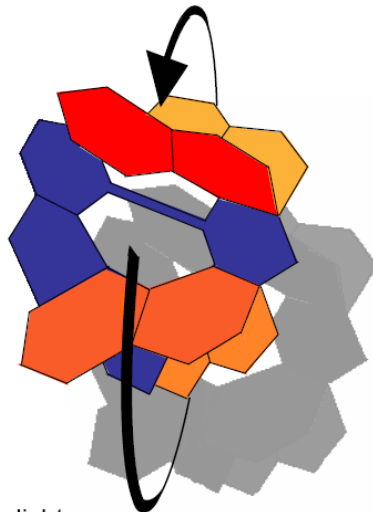
DEFINITION:
 A rotary motor is a device that is able to convert energy input into controlled, directional, rotary motion in a continuous fashion

REQUIREMENTS:

- ▶ Controlled Motion
- ▶ Consumption of Energy
- ▶ Directional Movement
- ▶ Repetitive (Continuous) Process

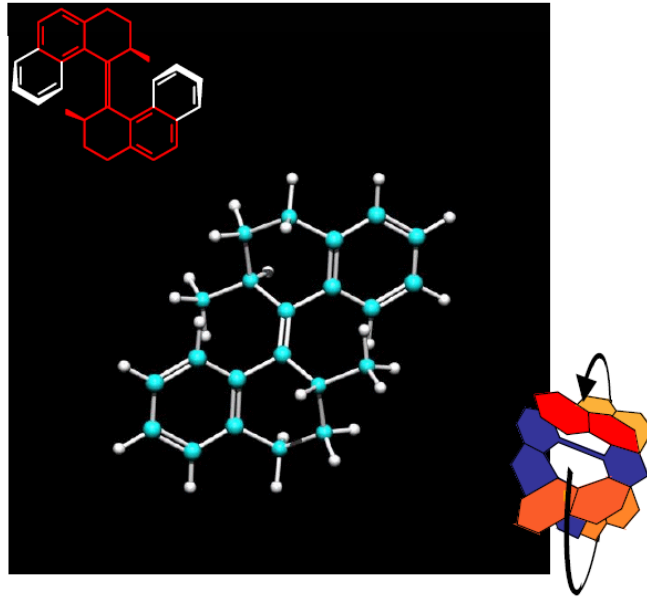


Moleculaire Motor

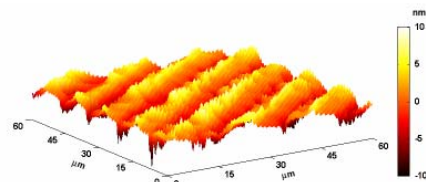
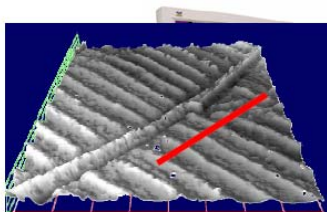


Aangedreven door licht

Moleculaire Motor

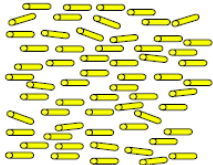


Motor or Switch in Display Material

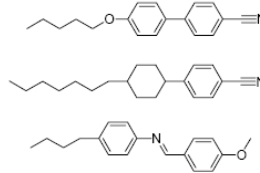


Properties of thin film controlled by light or electricity

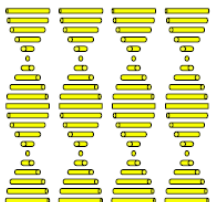
Control of Function *Cholesteric Liquid Crystals*



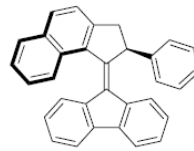
nematic



typical mesogens



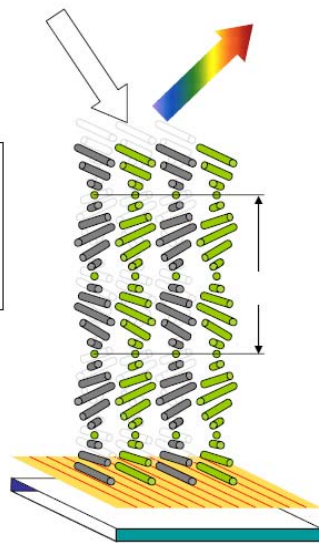
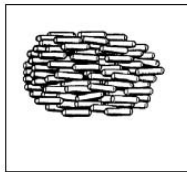
cholesteric



chiral dopant
molecular motor

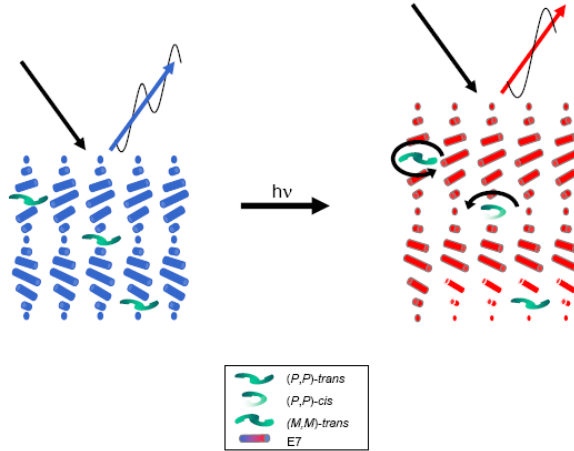
LCD schermen

licht



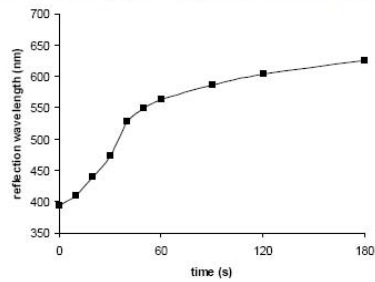
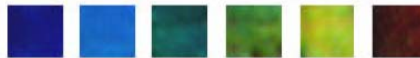
MOTORS aan het werk

Kleurinstelling

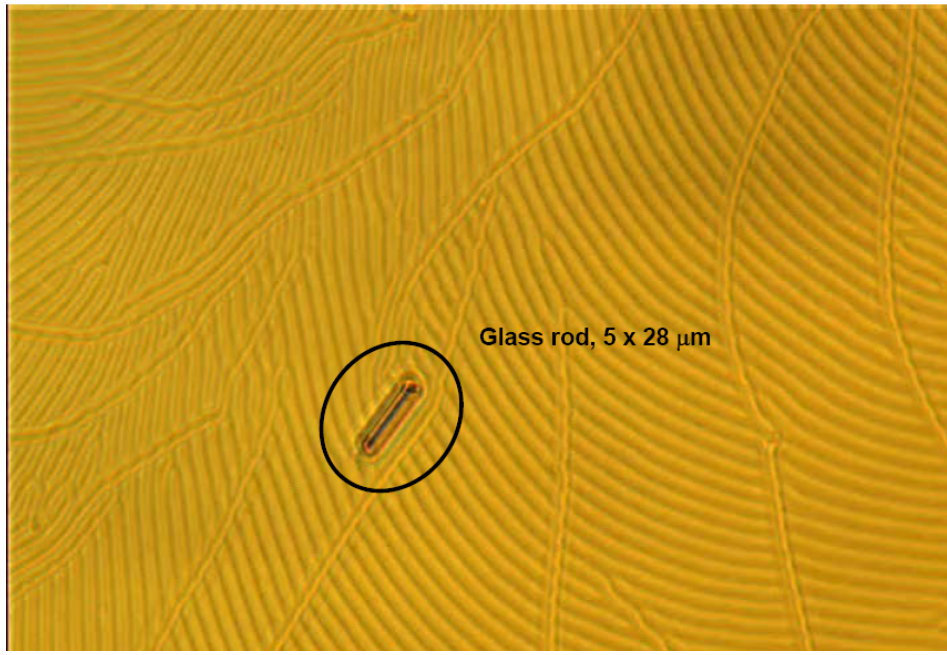


Motors aan het werk

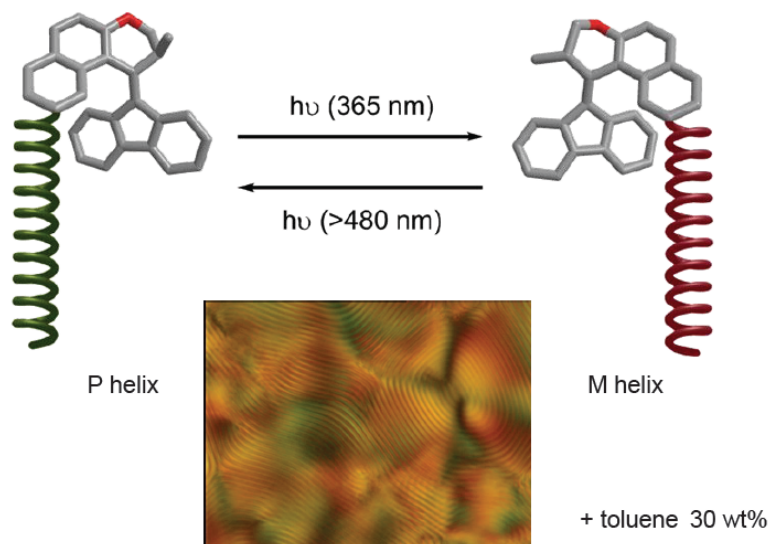
Instelling lichtreflectie



Change in color/organization thin LC film

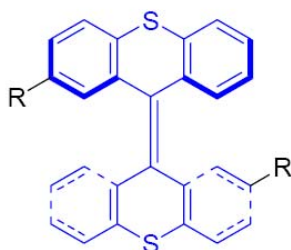


from *molecule* to *polymer* to *liquid crystal film*



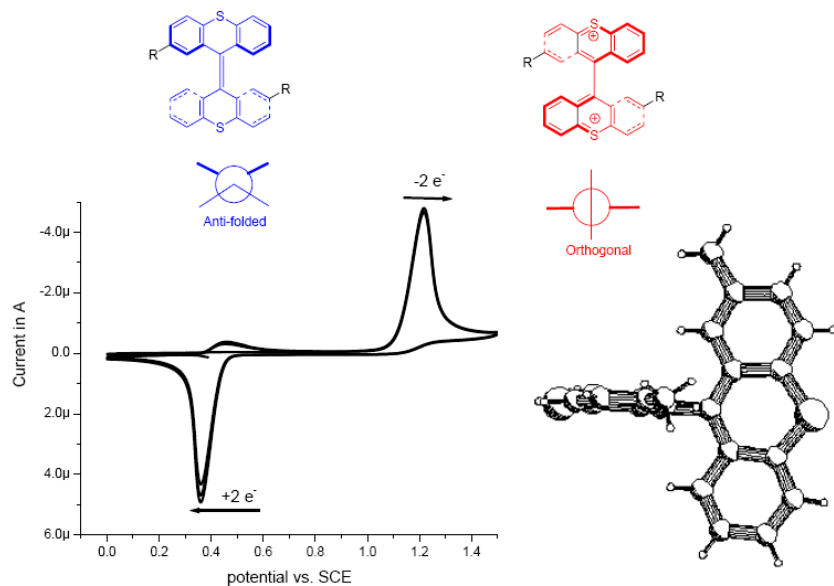


Molecular Switch

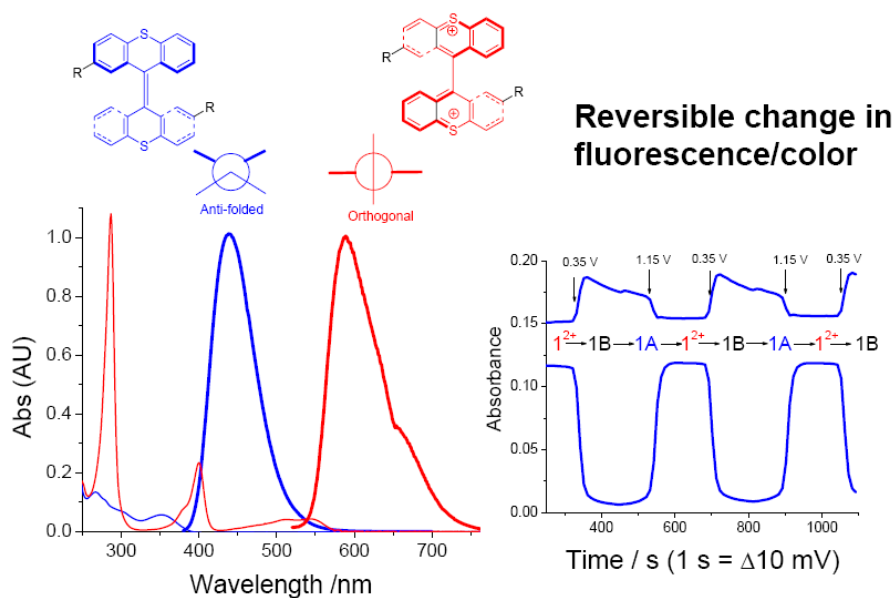


switching by light or electricity

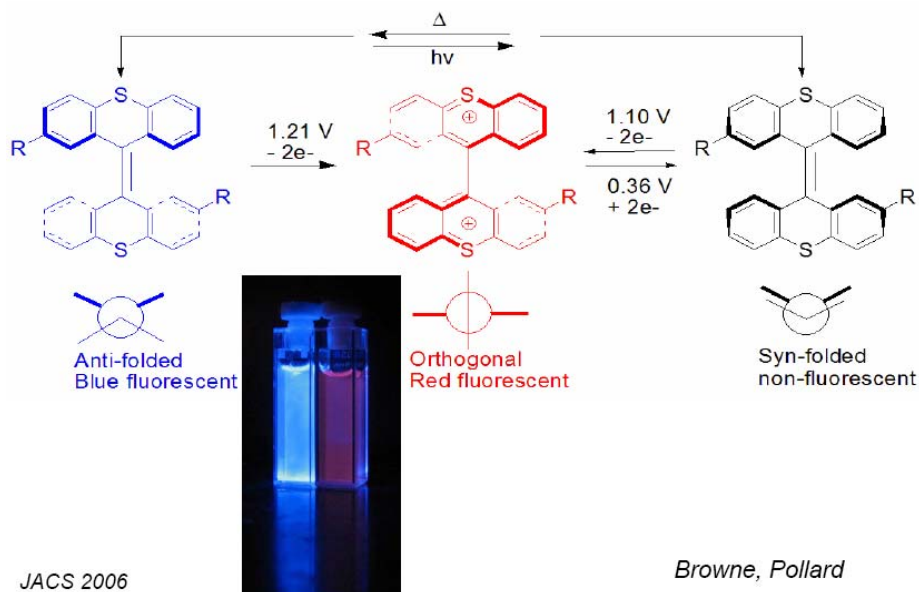
Redox driven structural changes



Redox driven structural change and function



Switching of luminescence



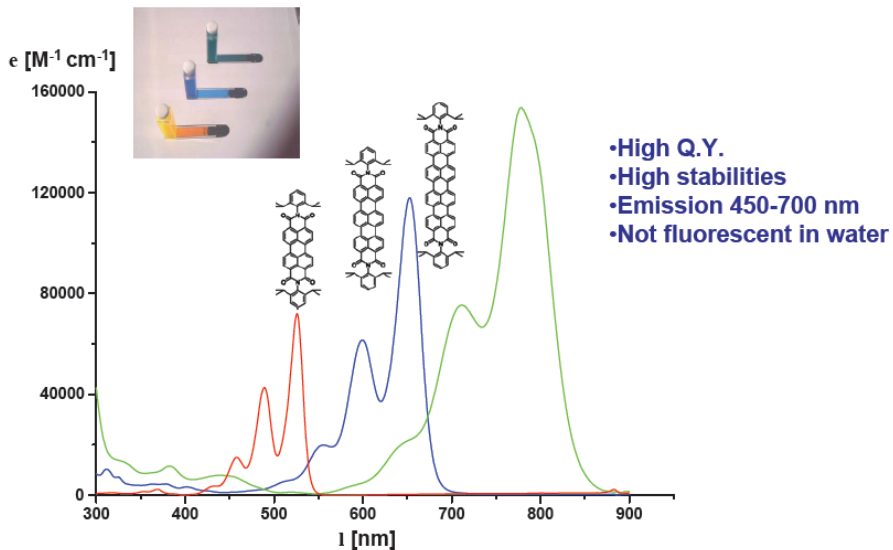
Robust molecular system for color tuning

R controls solubility, aggregation, photostability

R' controls solubility

O=C1C(=O)N(R)C2=C(C=C1)C(R')=C(C=C2)C3=C(C=C1)C(=O)N(R)C4=CC=CC34

Static control of color/transmission of light
Fluorescent rylene dyes



Switchable Materials

from static to dynamic

Control: extern

Electrical switching

intern

Optical switching

build in molecular sensors to monitor

- intensity
- nature of irradiation

From smart molecules to smart materials

Issues:

- stable materials
- sustainable coatings
- light stable
- costs

BIJLAGE D PRESENTATIE SLIM, SLIMMER, SLIMST

Slim... slimmer... slimst

Toepassingsperspectief en
wensen voor de tuinbouw

energieonderzoek



Energiebesparing en kansen

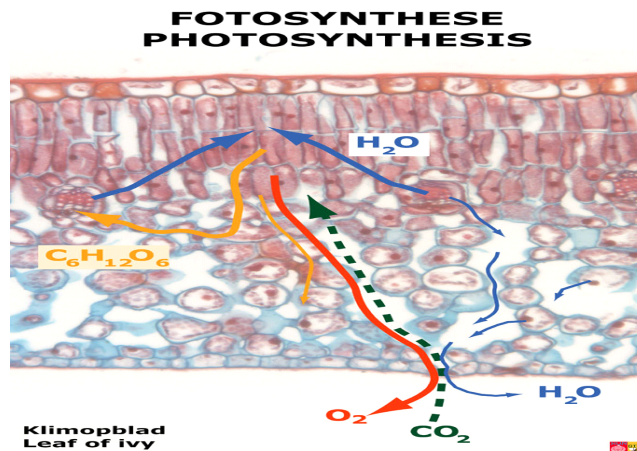
- Algemene ambitie van de glastuinbouw is een kas waarin klimaatneutraal geteeld wordt in 2020
- Maar met een rendabele bedrijfsvoering
- De wensen zijn dus hoog

Programma Kas als energiebron transitiesporen

- Zonne-energie
- Aardwarmte
- Biobrandstoffen
- Teeltstrategieën
- Licht
- Duurzame(re) electra
- Duurzame(re) CO₂

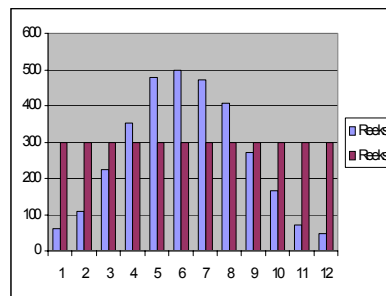


Fotosynthese: bron van productie



Licht, soms te weinig, soms teveel

- Instraling varieert van per maand (50-500 MJ/m² binnen)
- Daglengte varieert van 8-16 uur
- Over de dag varieert de instraling
- Kunstlicht aanvulling voor winterproductie

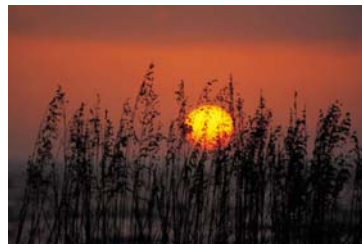


Samenstelling van licht

- Gewenst is PAR-licht (fotosynthese)
- Dat is circa de helft
- Circa de helft is NIR-licht (warmte)
- Dat is soms gewenst (winter) en soms ongewenst (zomer)
- In 2008 wordt een proef naar de effecten van NIR-beperking gedaan.

Kleursamenstelling van licht

- De juiste, gewenste, samenstelling van licht is nog niet helemaal bekend.
- Bij de ontwikkeling van LED-licht is de kleur te variëren, maar wat is optimaal?



Wat zijn de eisen aan nieuwe materialen?

- Hoge lichtdoorlatendheid voor natuurlijk licht
- Beperking van licht bij hoge instraling (m.n. NIR, FIR)
- Omzetten van direct licht naar diffuus licht
- Beperking van uitstraling (bij kunstlicht)
- Hoge isolatiewaarde
- Hoge flexibiliteit/snel regelbaar
- Minimale veroudering
- Betrouwbaarheid
- Acceptabele prijs



Hoge lichtdoorlatendheid

- Licht is de motor van de productie
- Natuurlijk licht is gratis en duurzaam
- Juist op de momenten dat licht beperkt is moet het kasdek zoveel mogelijk doorlaten
- Niet alleen als er absoluut weinig is, maar ook bij lage zonnestand (zo min mogelijk reflectie)
- Doorlatendheid voor diffuus permanent maximaal en voor direct regelbaar vanaf maximaal

Beperking van licht bij hoge instraling

- Bij hoge instraling is er veel warmtebelasting (NIR) dat ontregelt het gewenste kasklimaat. Daarom wegregelbaar NIR mogelijk gewenst
- FIR (verrood) is van belang voor de strekking en soms dus ongewenst hoog

Omzetten van direct naar diffuus

- Bij hogere intensiteiten kan direct zonlicht schade toebrengen (verbranding)
- Direct licht gaat makkelijker verloren. Door diffuus te maken wordt een groter deel van het bladpakket benut en kunnen gewassen meer assimilaten maken

Beperking van de uitstraling

- De regels rond de uitstoot van kunstlicht worden beperkender.
- Lichtuitstoot van kunstlicht is ook lichtverlies en dus verlies van groei.
- Met de komst van LED's is te spelen met de kleur. Momenteel wordt veel uitgetoet en de komende jaren moet nog veel duidelijk worden. Wellicht is selectief licht tegen te houden, zodat het donker is/likt voor het menselijk oog.

Hoge isolatiewaarde

- Tot nu toe is een permanent aanwezige hoge isolatiewaarde niet gewenst. Wel een regelbare, wat nu plaatsvindt met schermen.
- Mogelijk is de warmte-uitstraling regelbaar in te passen
- In elk geval mag de isolatiewaarde niet leiden tot lichtverlies op de dag

Flexibel

- De buitenomstandigheden variëren en de gewenste omstandigheden in de kas variëren.
- Dat vraagt om flexibel in te zetten (en tamelijk snel) mogelijkheden

overige

- Minimale veroudering (aanpassing van het kasdek moet niet nodig zijn tijdens de levensduur van de kas)
- Betrouwbaar (dus niet gevoelig voor statische electriciteit of bliksem of aanhechting van stof/vuil)
- Acceptabele prijs (teeltvoordeel moet zich terugbetalen, dus met name de TVT is van belang)
- Het nieuwe materiaal mag niet te zwaar zijn

Tot slot

- We weten nog veel niet
- We weten wel wat we ongeveer willen
- Kansen kunnen mogelijkheden worden als:
 - We de goede vragen stellen
 - Én als we die vragen goed stellen
 - En samen werken

Bedankt voor uw aandacht

- Slim
Een stukje glas tegen
een muur
- Slimmer
Geen muur maar glas
(de kas)
- Slimst
.....Slim glas !

