



**ZERTIFIKATSKURS**  
**BILDGEBENDE SYSTEME IN DER AGRAR- UND LEBENSMITTELTECHNIK**

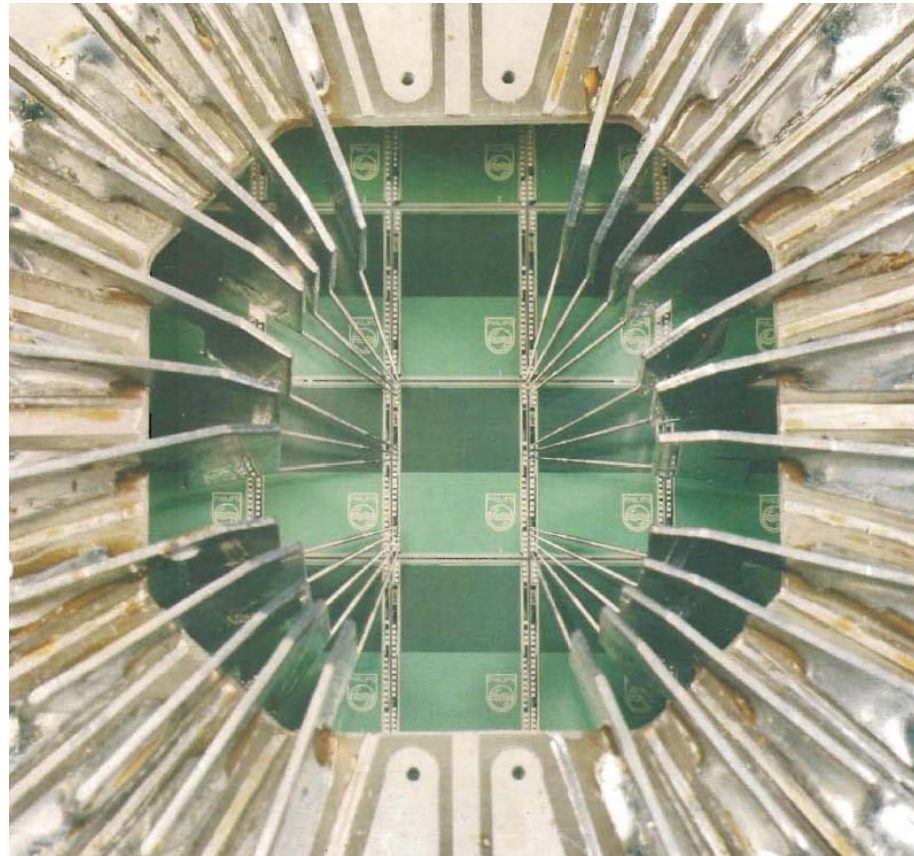
# Übersicht

Arno Ruckelshausen



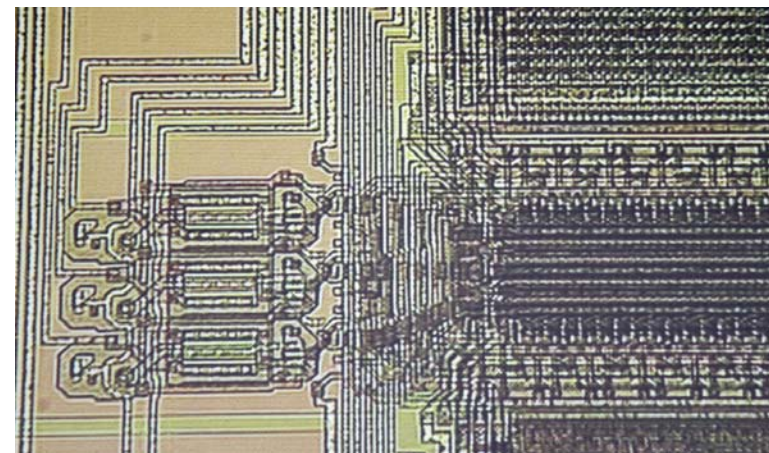
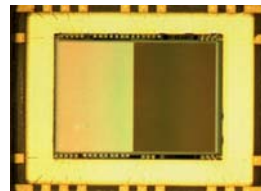
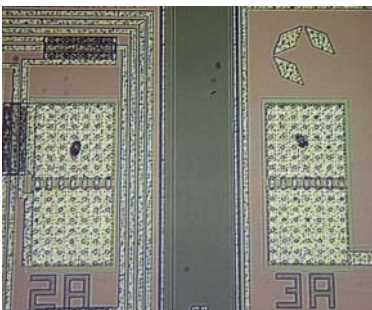
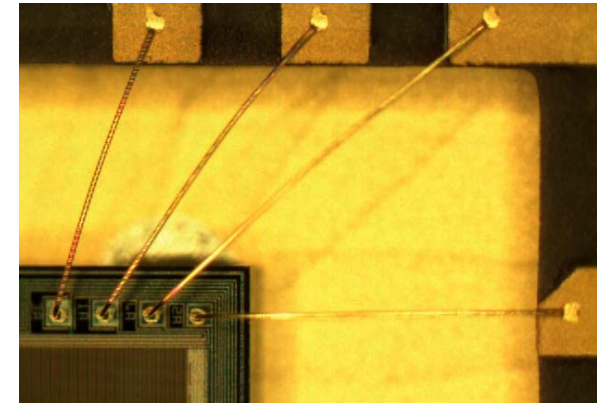
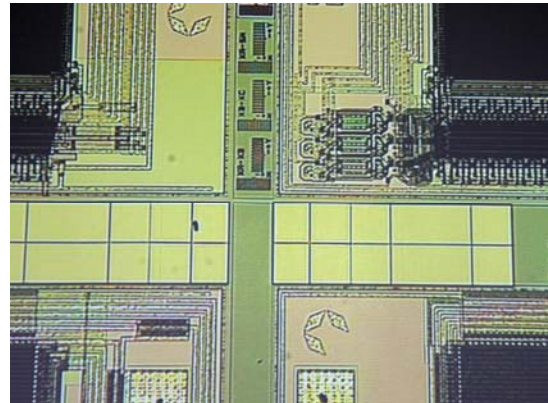
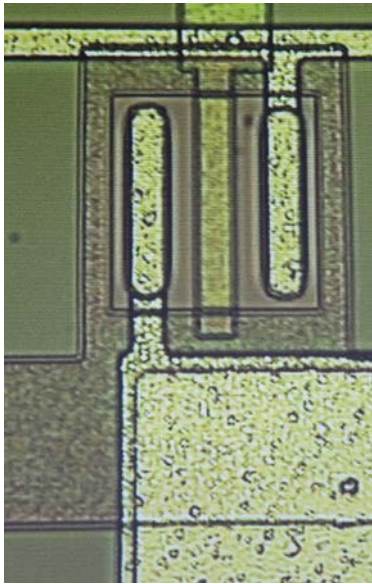


## Mikroelektronik - Imaging



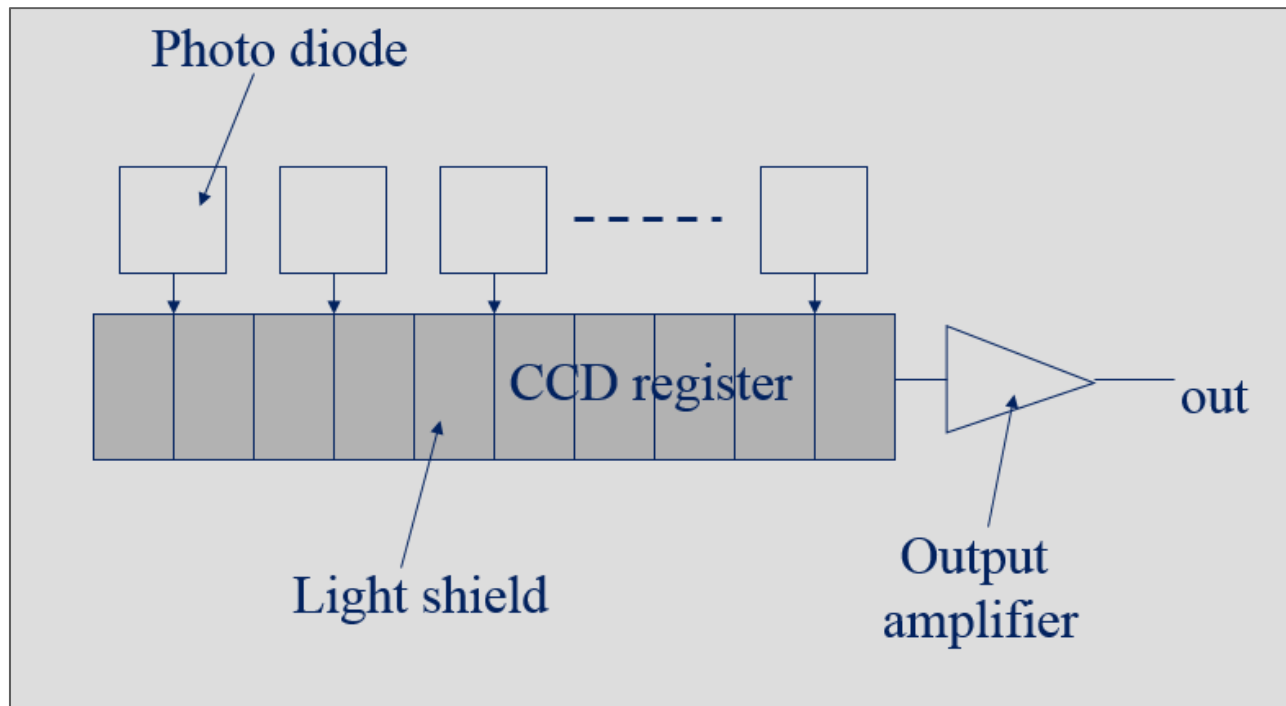
Quelle: AgriCareerNet\_2016,  
Lehrmaterialien A.Ruckelshausen, 2016

## Ein Blick auf den Chip



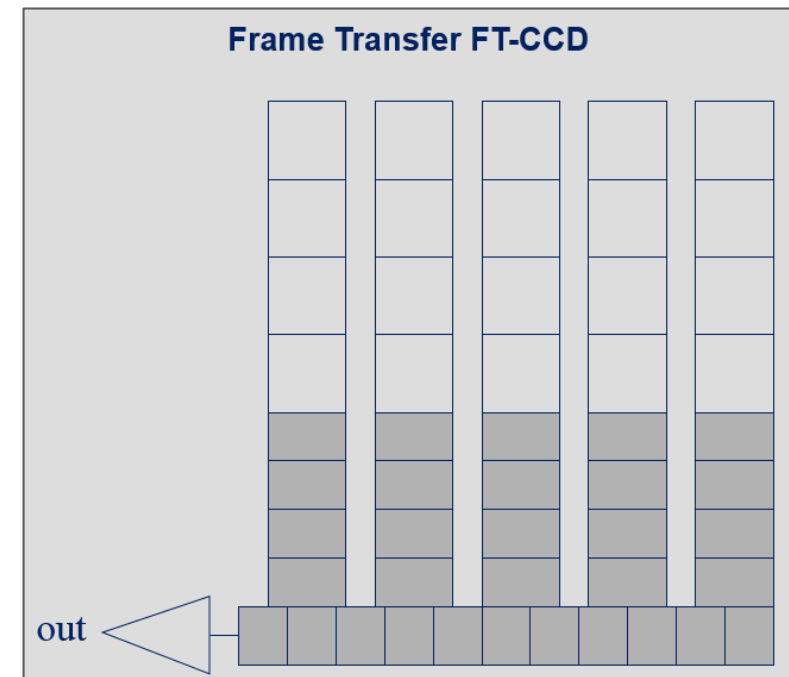
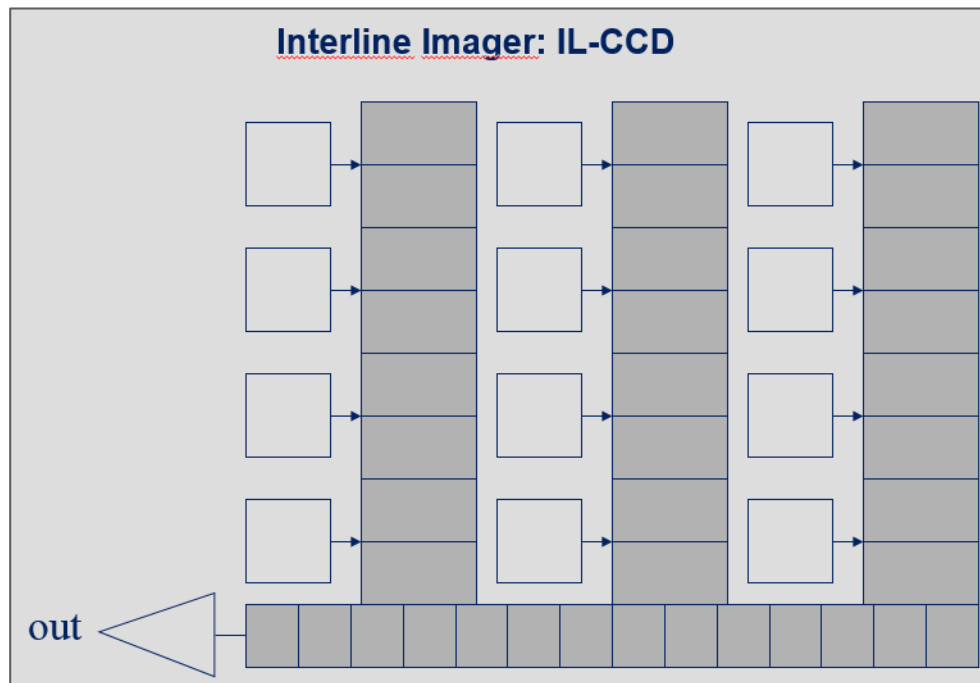
Quelle: AgriCareerNet\_2016,  
Lehrmaterialien A.Ruckelshausen, 2016

## 1D-Imager: Architektur



Quelle: Lehrmaterialien A.Ruckelshausen, 2016

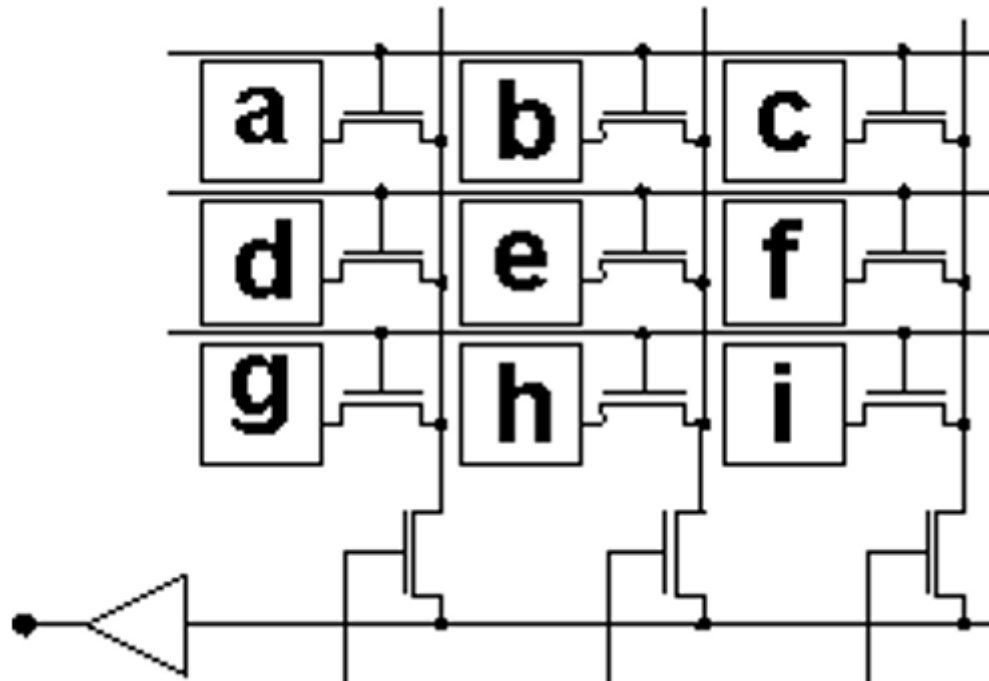
## 2D-Imager: CCD-Architekturen



Quelle: AgriCareerNet\_2016,  
Lehrmaterialien A.Ruckelshausen, 2016



## 2D-Imager: CMOS-Architektur

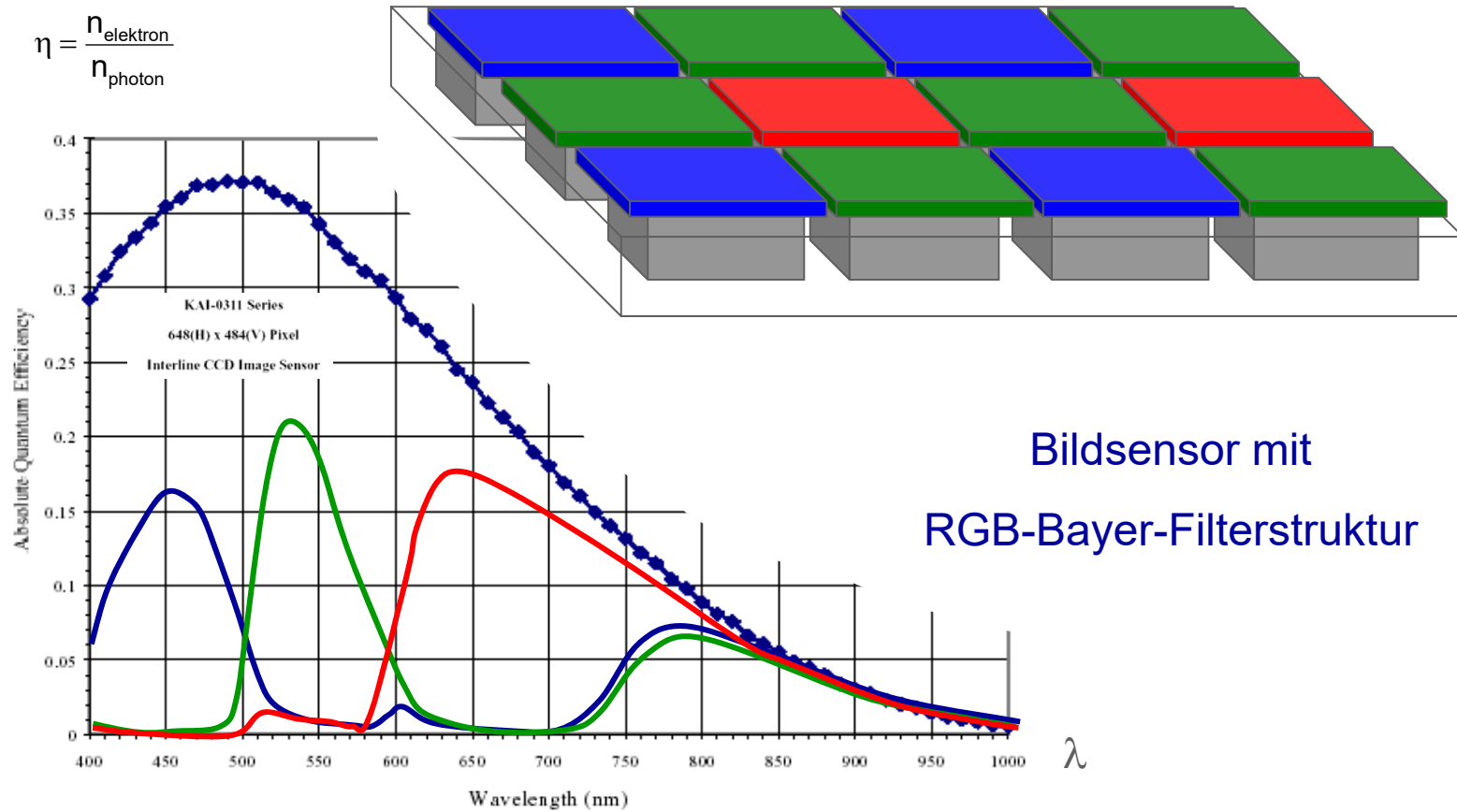


Quelle: AgriCareerNet\_2016,  
Lehrmaterialien A.Ruckelshausen, 2016

# Farbsensoren

## Quantenwirkungsgrad

$$\eta = \frac{n_{\text{elektron}}}{n_{\text{photon}}}$$



Bildsensor mit  
RGB-Bayer-Filterstruktur

Quelle: AgriCareerNet\_2016,  
Lehrmaterialien A.Ruckelshausen, 2016

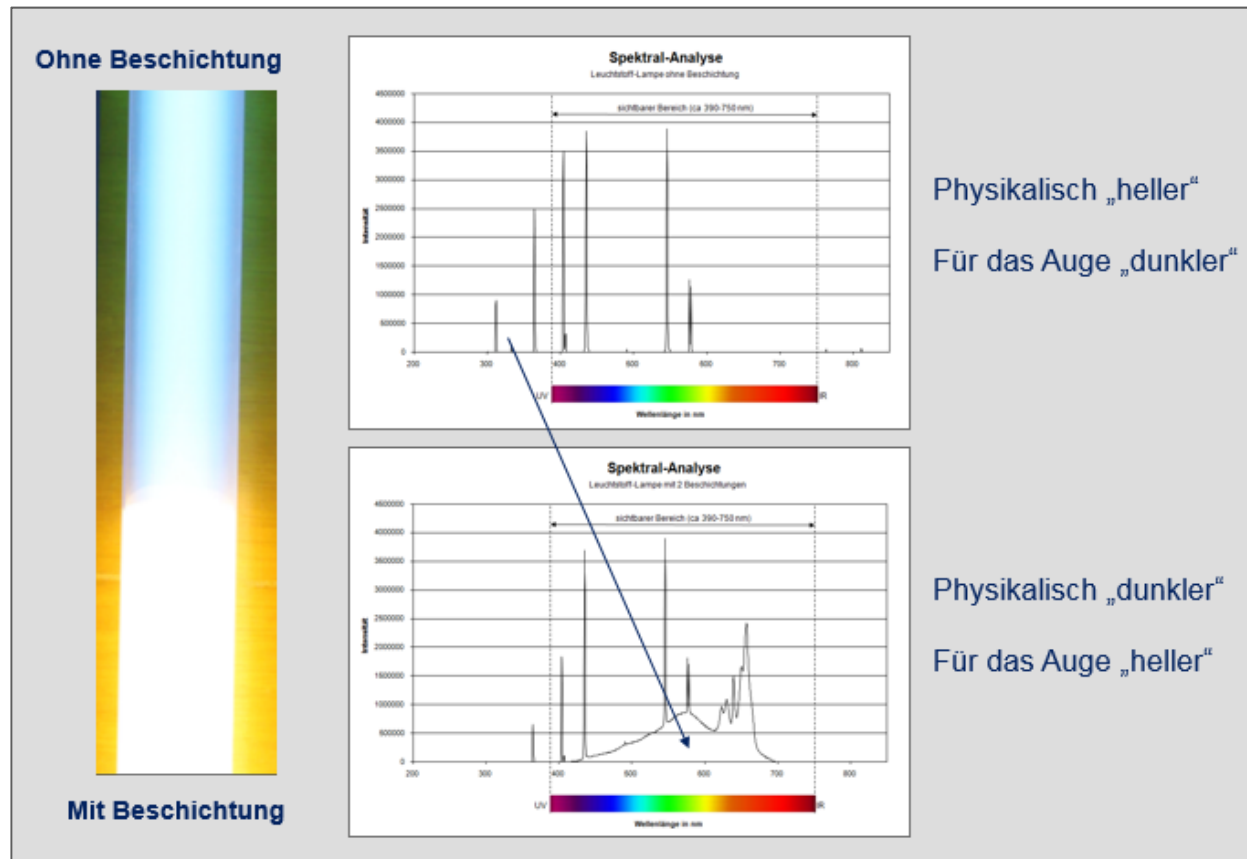


## Das menschliche Auge im Vergleich zum Bildsensor (CCD)

 Das menschliche Auge	CCD <u>Bildsensor</u> 
<ul style="list-style-type: none"><li>• 120 MPixel</li><li>• 2-3 <math>\mu\text{m}</math> Pixelmaß</li><li>• &lt; 1 mW</li><li>• perfekte Qualität</li><li>• Farbe: perfekt</li><li>• parallele Auslesung</li><li>• 10 Bilder/sec</li><li>• 500 Mio Jahre</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• &gt; 100 <u>MPixel</u></li><li>• 1-100 <math>\mu\text{m}</math> <u>Pixelmaß</u></li><li>• ca. 100 <u>mW</u></li><li>• <u>gute Qualität</u></li><li>• <u>Farbe: gut</u></li><li>• <u>serielle Auslesung</u></li><li>• 10 Million <u>Bilder/sec</u></li><li>• 40 <u>Jahre</u></li></ul>

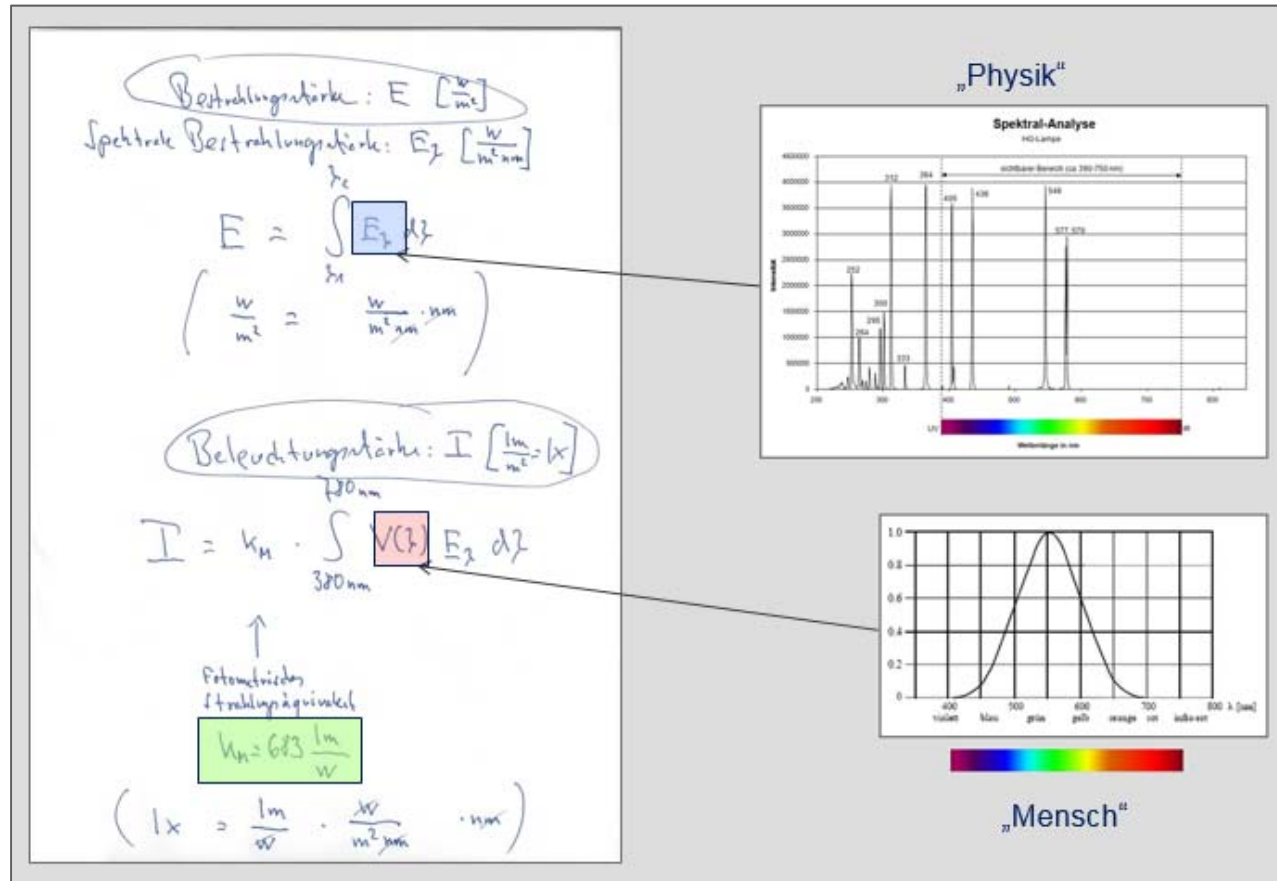
Quelle: AgriCareerNet\_2016,  
Lehrmaterialien A.Ruckelshausen, 2016

## Beispiel: Leuchtstofflampen mit/ohne Beschichtung



Quelle: AgriCareerNet\_2016,  
Lehrmaterialien A.Ruckelshausen, 2016

Umrechnung: Physikalische Größen in „menschliche“ Größen



Quelle: AgriCareerNet\_2016,  
Lehrmaterialien A.Ruckelshausen, 2016



## „Lichttechnische“ Größen

Physik			Menschliches Auge	
Radiometrische Größe		Symbol	Photometrische Größe	
Name	Einheit		Name	Einheit
Strahlungsleistung, Strahlungsfluss	W	$\Phi$	Lichtstrom	lm
Strahlungsenergie	J	$Q$	Lichtmenge	lm·s
Bestrahlungsstärke	W/m <sup>2</sup>	$E$	Beleuchtungsstärke	lm/m <sup>2</sup> =lx
Bestrahlung	J/m <sup>2</sup>	$H$	Belichtung	lx·s
Strahldichte	W/(sr·m <sup>2</sup> )	$L$	Leuchtdichte	lm/(sr·m <sup>2</sup> ) =cd/m <sup>2</sup>
Strahlstärke	W/sr	$I$	Lichtstärke	lm/sr=cd
			cd	lm lx

Quelle: AgriCareerNet\_2016,  
Lehrmaterialien A.Ruckelshausen, 2016

## Störgrößen auf dem Feld



Quelle: AgriCareerNet\_2016, agrarheute.com



## Draußen auf dem Feld ...

---



Quelle: AgriCareerNet\_2016,  
Lehrmaterialien A.Ruckelshausen, 2016

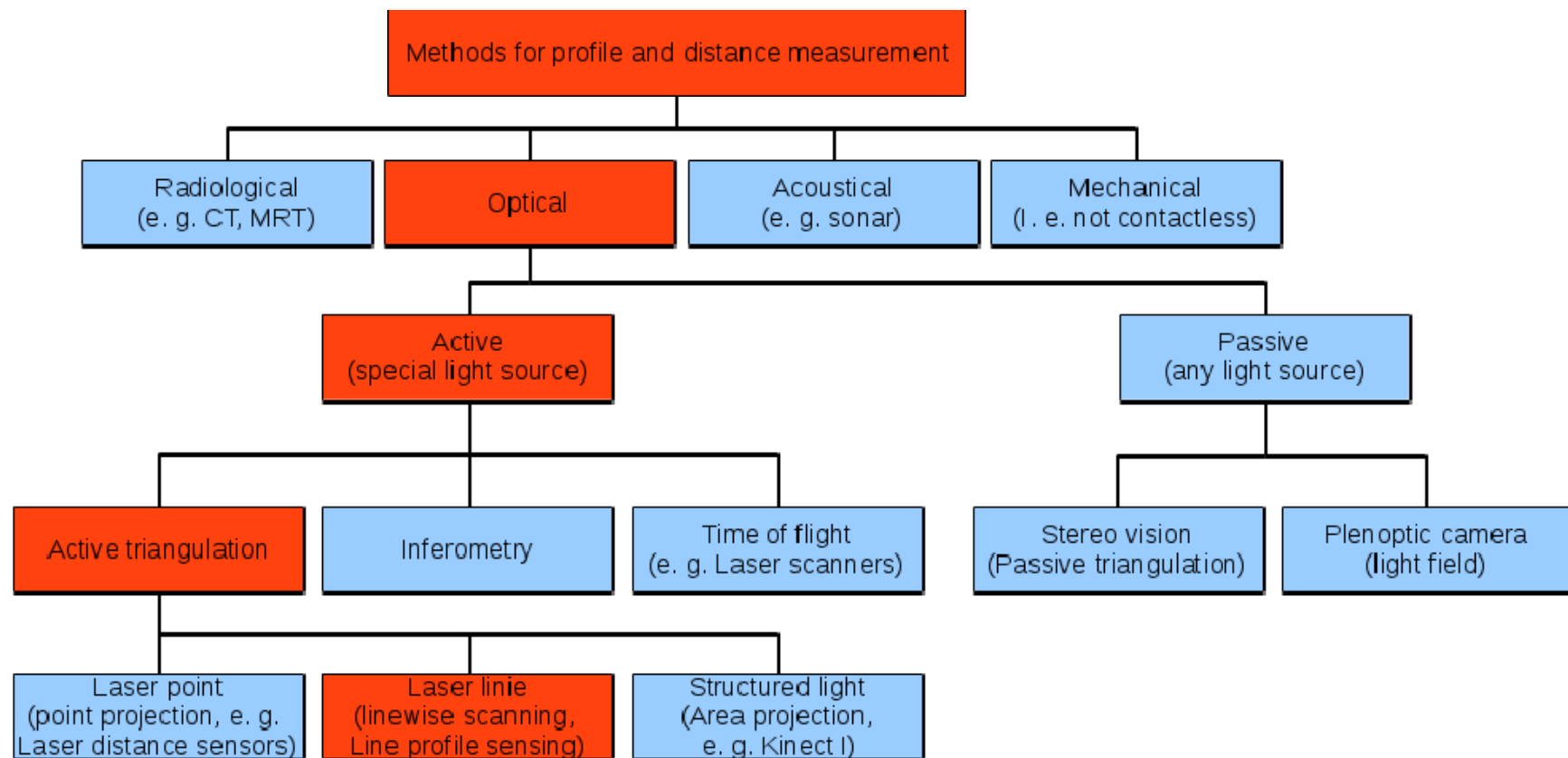
# Draußen auf dem Feld ...



Quelle: AgriCareerNet\_2016,  
Lehrmaterialien A.Ruckelshausen, 2016



## Innovationsfeld: 3D-Imaging



Quelle: W.Strothmann, Dissertation, 2016



## Innovationsfeld: Sensor- und Datenfusion

Das **Auge** sagte eines Tages: „ Ich sehe hinter diesen Tälern im blauen Dunst einen Berg. Ist er nicht wunderschön ?“

Das **Ohr** lauschte und sagte nach einer Weile: „ Wo ist ein Berg, ich höre keinen.“

Darauf sagte die **Hand**: „Ich versuche vergeblich ihn zu greifen. Ich finde keinen Berg.“

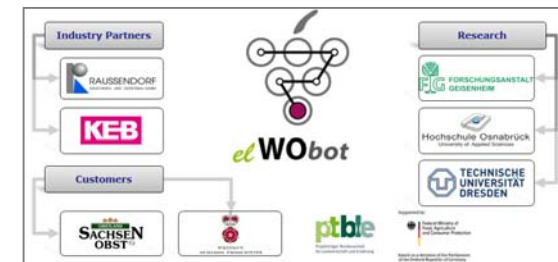
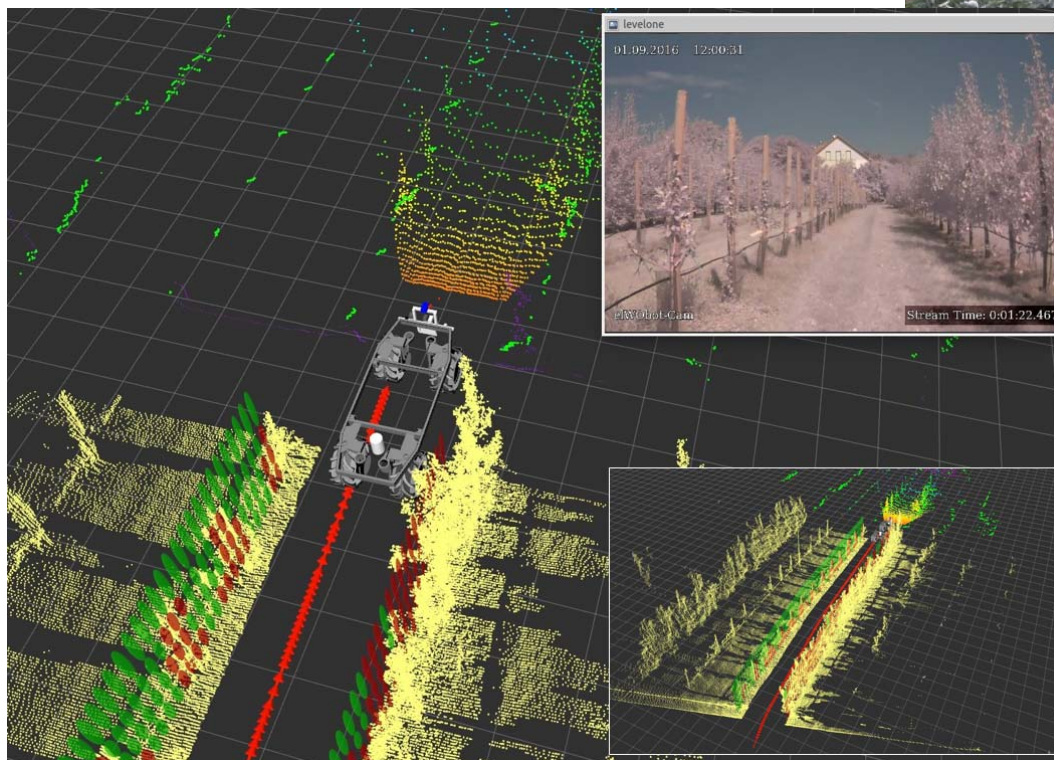
Die **Nase** sagte: „ Ich rieche nichts. Da ist kein Berg.“

Da wandte sich das Auge in eine andere Richtung. Die anderen diskutierten weiter über dies merkwürdige Täuschung und kamen zu dem Schluss: „Mit dem Auge stimmt etwas nicht.“

Khalil Gibran: „The Madman“ (1918)

Quelle: AgriCareerNet\_2016,  
Lehrmaterialien A.Ruckelshausen, 2016

## Innovationsfeld: Simulation

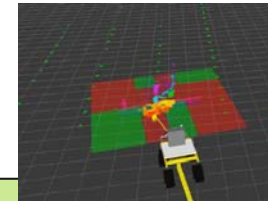
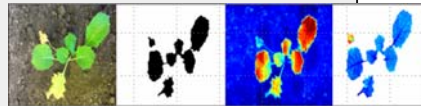


Quelle: AgriCareerNet\_2016, Projekt elWObot, 2016

## Innovationsfeld „Imaging“

### Image-based technologies:

- Color and grey scale imaging (1D, 2D)
- Shadow imaging
- Highspeed imaging
- 3D-imaging (laser, stereo, time-of-flight, ,,)
- Multispectral imaging
- Hyperspectral imaging
- Thermal/UV imaging
- Others (x-ray, THz, ultrasonic, NMR,...)



### Imaging concepts:

- Image processing (robustness)
- Sensor and data fusion
- Smart sensors
- Simulation technologies
- Human machine interface
- Remote imaging
- Low cost Imaging