

**Physik lernen
mit moderner Alltagstechnik
–
Sensorik im Physikunterricht**

Wahrnehmung ist kontextabhängig

Lernen ist kontextabhängig

- piko – Physik im Kontext
- 1. Sensorik mit Widerständen
- 2. "home medicine"
- 3. Infrarot-Sensorik
- 4. Induktion und Magnetismus

Physik im Kontext (BMBF-Projekt)

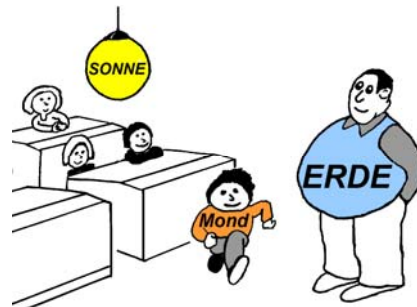
- Lehrkräfte
- Fachdidaktiker



- Situated Learning - kein träges Wissen

Neue Inhalte

Neue Methoden, Methodenvielfalt



Sensorik aus dem Alltag?



Sensorik ?



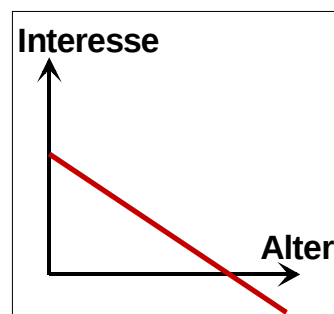
1. Informationsbedarf / Informationsdefizit

2. Inhaltliche Argumente

- Anknüpfung an Interesse
- nicht nur Physik des letzten Jahrtausends
- subjektiver Erklärungswert, Alltagsphysik

2. Inhalte ???

- Das durchschnittliche Interesse sinkt (Krapp, 1998, 187). ganz besonders in Physik, weniger in Biologie



$$F=m \cdot g$$



- Abwärtstrend bei Mädchen besonders stark

(Kubli, 1987; Hoffmann, Häußler & Peters-Haff, 1997)

Sensorik



Sensorik ?



3. Didaktisch-methodisch

- Erleben
- Verstehen
- Anwenden



"lebendige Physik"



"Themenpakete"

Themenpakete



• Widerstände als Sensoren

• "Medizintechnik"

• Temperaturmessung

• Induktive Sensoren
und Magnetfeldsensoren

• Haustechnik

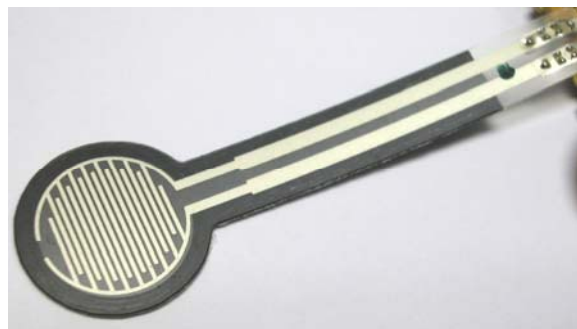
• Optik

Themenpaket Widerstände

$$R = \rho \cdot \frac{\ell}{A}$$

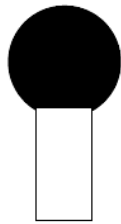


Themenpaket Widerstände



FSR-Sensor (Force sensitive resistor), Drucksensor

Themenpaket Widerstände



1. Trägerfolie
mit aufgedruckter
FSR - Schicht



2. Klebeschicht
("Spacer")



3. Trägerfolie
mit aufgedruckten
Elektroden

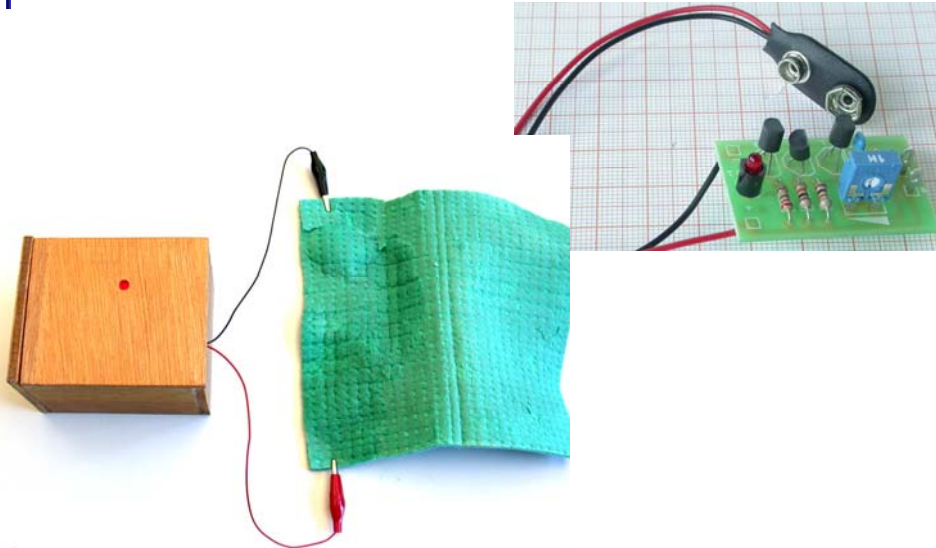


aus
ELECTRADE GmbH
FSR™- Sensoren
Datenblatt

Themenpaket Widerstände



Themenpaket Widerstände



Themenpaket Widerstände

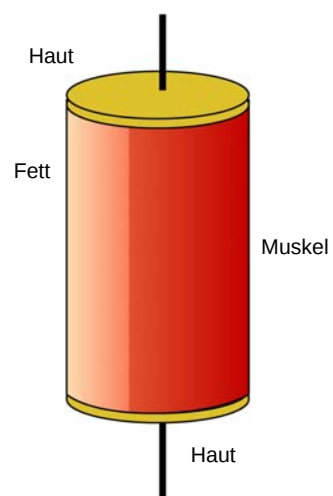


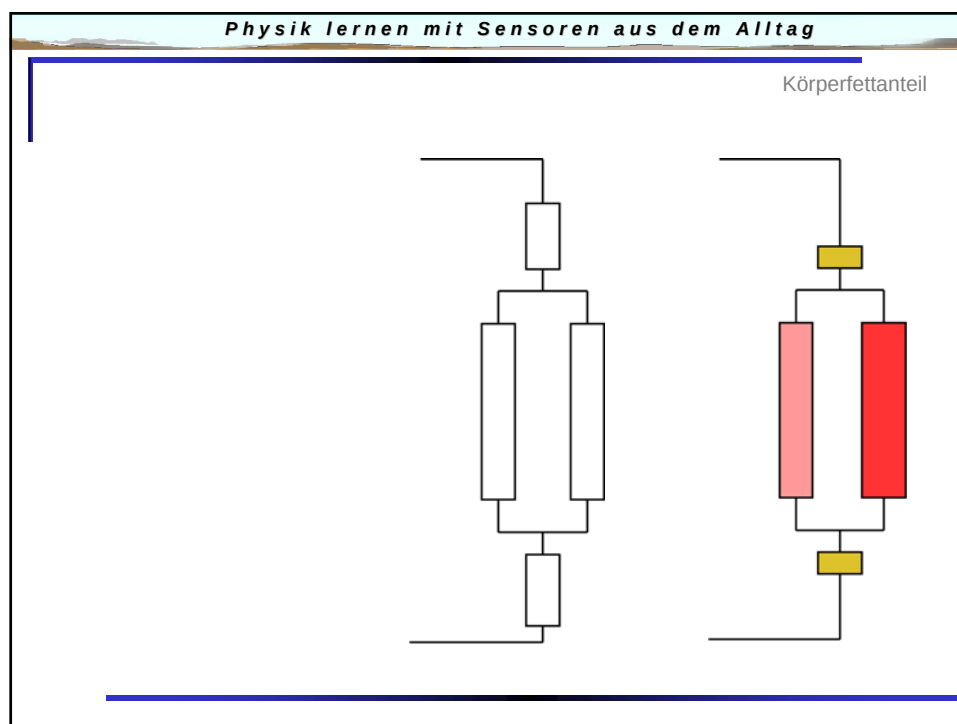
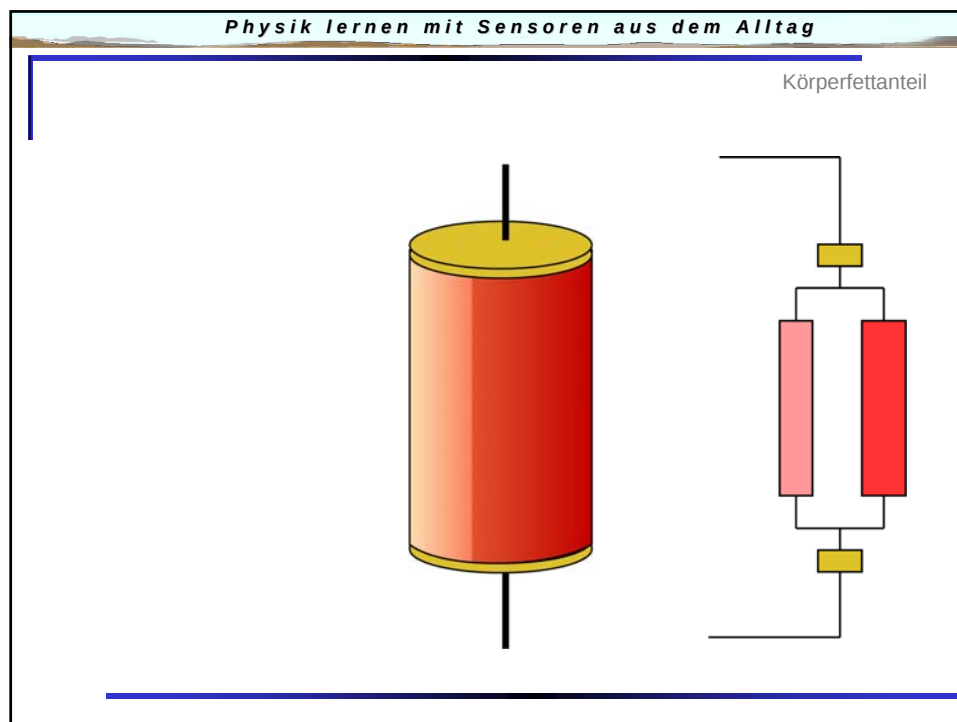
Bio-Impedanz-Analyse

Körperfettanteil

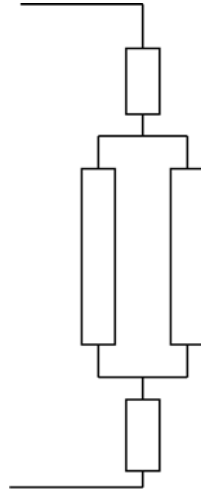


Körperfettanteil

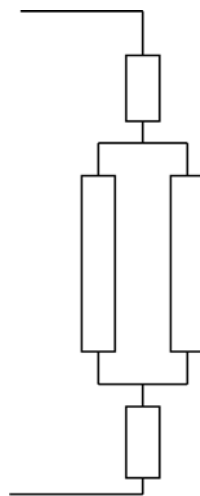




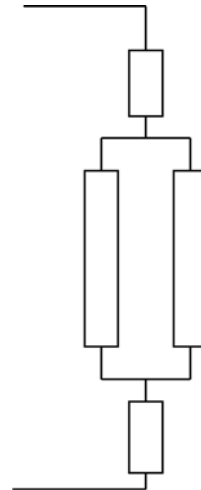
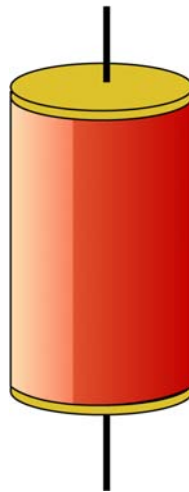
Körperfettanteil



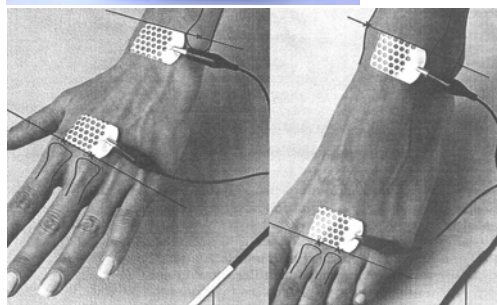
Körperfettanteil



Körperfettanteil



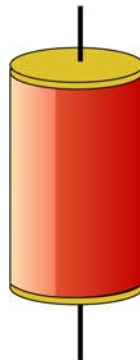
Physikalisch-technisches (kritisches) Denken



aus Gebrauchsanleitung:
Nutriguard S, Data Input

gelbe Manschette: Handkabel

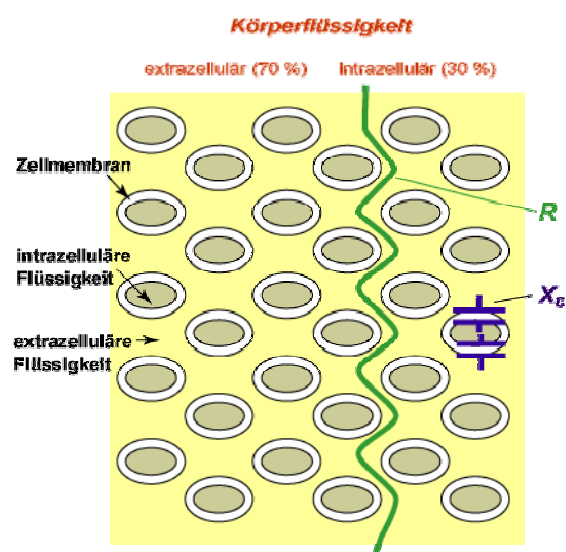
rote Manschette: Fußkabel



- Größe
- Gewicht
- Alter
- Geschlecht

$$R = \rho \cdot \frac{\ell}{A}$$

Widerstände in einem biologischen Leiter



Widerstände in einem biologischen Leiter

Die Beurteilung der Phasenwinkels

Frauen	Männer	Beurteilung
> 7,5	> 7,9	Nur im Leistungssport und bei Bodybuilding
6,5 – 7,5	7,0 – 7,9	„Sehr gut“. Ausgezeichneter Ernährungs- und Trainingszustand
6,0 – 6,4	6,5 – 6,9	„Gut“. Hinweis auf regelmäßige sportliche Aktivität. Ausreichende Versorgung Nährstoffversorgung ist anzunehmen.
5,5 – 5,9	6,0 – 6,4	„Befriedigend“. Häufigste Werte für den Großteil der Bevölkerung. Hinweis auf mäßige sportliche Aktivität. Grundversorgung mit Nährstoffen ist gegeben. Ernährungsberatung ratsam.
5,0 – 5,4	5,5 – 5,9	„Ausreichend“. Mäßiger Ernährungs- und Trainingszustand. Typisch für Patienten im mittleren Alter mit z.T. einseitiger Ernährung und wenig körperlicher Betätigung. Ernährungsberatung erforderlich.
4,0 – 4,9	4,5 – 5,4	„Mangelhaft“. Schlechter Ernährungszustand, typisch z.B. für ältere Patienten mit eingeschränkter Nahrungszufuhr und Beweglichkeit. Ernährungsmedizinische Intervention erforderlich.
< 4,0	< 4,5	„Ungenügend“. Sehr schlechter Ernährungszustand. Deutliches Zeichen für Malnutrition. Ernährungsmedizinische Intervention dringend erforderlich.
< 2,0	< 2,5	Nur bei Inaktivitätsatrophie mit Muskelschwund

Copyright Dr. Johannes Kasebier & Klaus Hartmann

BMI-Tabelle

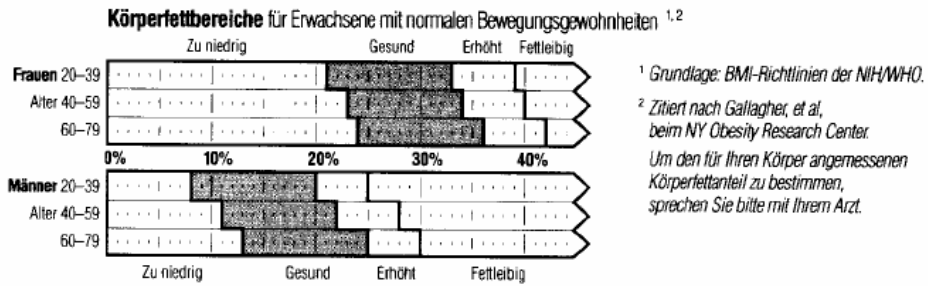
Körpergröße [m]	150	152	154	156	158	160	162	164	166	168	170	172	174	176	178	180	182	184	186	188	190	192	194	196	200
kg	18,2	19,3	20,4	21,5	22,6	23,7	24,8	25,9	27,0	28,1	29,2	30,3	31,4	32,5	33,6	34,7	35,8	36,9	38,0	39,1	40,2	41,3	42,4	43,5	44,6
150	18,2	19,3	20,4	21,5	22,6	23,7	24,8	25,9	27,0	28,1	29,2	30,3	31,4	32,5	33,6	34,7	35,8	36,9	38,0	39,1	40,2	41,3	42,4	43,5	44,6
152	19,3	20,4	21,5	22,6	23,7	24,8	25,9	27,0	28,1	29,2	30,3	31,4	32,5	33,6	34,7	35,8	36,9	38,0	39,1	40,2	41,3	42,4	43,5	44,6	45,7
154	20,4	21,5	22,6	23,7	24,8	25,9	27,0	28,1	29,2	30,3	31,4	32,5	33,6	34,7	35,8	36,9	38,0	39,1	40,2	41,3	42,4	43,5	44,6	45,7	46,8
156	21,5	22,6	23,7	24,8	25,9	27,0	28,1	29,2	30,3	31,4	32,5	33,6	34,7	35,8	36,9	38,0	39,1	40,2	41,3	42,4	43,5	44,6	45,7	46,8	47,9
158	22,6	23,7	24,8	25,9	27,0	28,1	29,2	30,3	31,4	32,5	33,6	34,7	35,8	36,9	38,0	39,1	40,2	41,3	42,4	43,5	44,6	45,7	46,8	47,9	49,0
160	23,7	24,8	25,9	27,0	28,1	29,2	30,3	31,4	32,5	33,6	34,7	35,8	36,9	38,0	39,1	40,2	41,3	42,4	43,5	44,6	45,7	46,8	47,9	49,0	50,1
162	24,8	25,9	27,0	28,1	29,2	30,3	31,4	32,5	33,6	34,7	35,8	36,9	38,0	39,1	40,2	41,3	42,4	43,5	44,6	45,7	46,8	47,9	49,0	50,1	51,2
164	25,9	27,0	28,1	29,2	30,3	31,4	32,5	33,6	34,7	35,8	36,9	38,0	39,1	40,2	41,3	42,4	43,5	44,6	45,7	46,8	47,9	49,0	50,1	51,2	52,3
166	27,0	28,1	29,2	30,3	31,4	32,5	33,6	34,7	35,8	36,9	38,0	39,1	40,2	41,3	42,4	43,5	44,6	45,7	46,8	47,9	49,0	50,1	51,2	52,3	53,4
168	28,1	29,2	30,3	31,4	32,5	33,6	34,7	35,8	36,9	38,0	39,1	40,2	41,3	42,4	43,5	44,6	45,7	46,8	47,9	49,0	50,1	51,2	52,3	53,4	54,5
170	29,2	30,3	31,4	32,5	33,6	34,7	35,8	36,9	38,0	39,1	40,2	41,3	42,4	43,5	44,6	45,7	46,8	47,9	49,0	50,1	51,2	52,3	53,4	54,5	55,6
172	30,3	31,4	32,5	33,6	34,7	35,8	36,9	38,0	39,1	40,2	41,3	42,4	43,5	44,6	45,7	46,8	47,9	49,0	50,1	51,2	52,3	53,4	54,5	55,6	56,7
174	31,4	32,5	33,6	34,7	35,8	36,9	38,0	39,1	40,2	41,3	42,4	43,5	44,6	45,7	46,8	47,9	49,0	50,1	51,2	52,3	53,4	54,5	55,6	56,7	57,8
176	32,5	33,6	34,7	35,8	36,9	38,0	39,1	40,2	41,3	42,4	43,5	44,6	45,7	46,8	47,9	49,0	50,1	51,2	52,3	53,4	54,5	55,6	56,7	57,8	58,9
178	33,6	34,7	35,8	36,9	38,0	39,1	40,2	41,3	42,4	43,5	44,6	45,7	46,8	47,9	49,0	50,1	51,2	52,3	53,4	54,5	55,6	56,7	57,8	58,9	60,0
180	34,7	35,8	36,9	38,0	39,1	40,2	41,3	42,4	43,5	44,6	45,7	46,8	47,9	49,0	50,1	51,2	52,3	53,4	54,5	55,6	56,7	57,8	58,9	60,0	61,1
182	35,8	36,9	38,0	39,1	40,2	41,3	42,4	43,5	44,6	45,7	46,8	47,9	49,0	50,1	51,2	52,3	53,4	54,5	55,6	56,7	57,8	58,9	60,0	61,1	62,2
184	36,9	38,0	39,1	40,2	41,3	42,4	43,5	44,6	45,7	46,8	47,9	49,0	50,1	51,2	52,3	53,4	54,5	55,6	56,7	57,8	58,9	60,0	61,1	62,2	63,3
186	38,0	39,1	40,2	41,3	42,4	43,5	44,6	45,7	46,8	47,9	49,0	50,1	51,2	52,3	53,4	54,5	55,6	56,7	57,8	58,9	60,0	61,1	62,2	63,3	64,4
188	39,1	40,2	41,3	42,4	43,5	44,6	45,7	46,8	47,9	49,0	50,1	51,2	52,3	53,4	54,5	55,6	56,7	57,8	58,9	60,0	61,1	62,2	63,3	64,4	65,5
190	40,2	41,3	42,4	43,5	44,6	45,7	46,8	47,9	49,0	50,1	51,2	52,3	53,4	54,5	55,6	56,7	57,8	58,9	60,0	61,1	62,2	63,3	64,4	65,5	66,6
192	41,3	42,4	43,5	44,6	45,7	46,8	47,9	49,0	50,1	51,2	52,3	53,4	54,5	55,6	56,7	57,8	58,9	60,0	61,1	62,2	63,3	64,4	65,5	66,6	67,7
194	42,4	43,5	44,6	45,7	46,8	47,9	49,0	50,1	51,2	52,3	53,4	54,5	55,6	56,7	57,8	58,9	60,0	61,1	62,2	63,3	64,4	65,5	66,6	67,7	68,8
196	43,5	44,6	45,7	46,8	47,9	49,0	50,1	51,2	52,3	53,4	54,5	55,6	56,7	57,8	58,9	60,0	61,1	62,2	63,3	64,4	65,5	66,6	67,7	68,8	69,9
198	44,6	45,7	46,8	47,9	49,0	50,1	51,2	52,3	53,4	54,5	55,6	56,7	57,8	58,9	60,0	61,1	62,2	63,3	64,4	65,5	66,6	67,7	68,8	69,9	71,0
200	45,7	46,8	47,9	49,0	50,1	51,2	52,3	53,4	54,5	55,6	56,7	57,8	58,9	60,0	61,1	62,2	63,3	64,4	65,5	66,6	67,7	68,8	69,9	71,0	72,1

➤ BMI-Tabelle

Werte einordnen können

IR-Fettmessung

Physikalisch-technisches (kritisches) Denken



aus der Geräte-Information

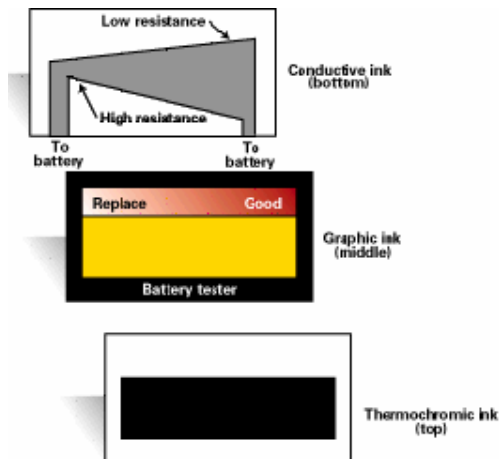
Körperfettanteil

IR-Fettmessung



Körperfettanteil

PowerCheck (Duracell)



PowerCheck

Aufbau



von Duracell Germany

a) Methodische Reihe: "Vom Sensor zur Physik"

1. Wasseralarm / Füllstandsanzeige

Schalten

2. Joystick / Potentiometer

3. Dehnmessstreifen

$$R = R\left(\frac{\ell}{A}\right)$$

4. Drucksensor / Modellversuch

5. Lügendetektor

$$R = R(\rho)$$

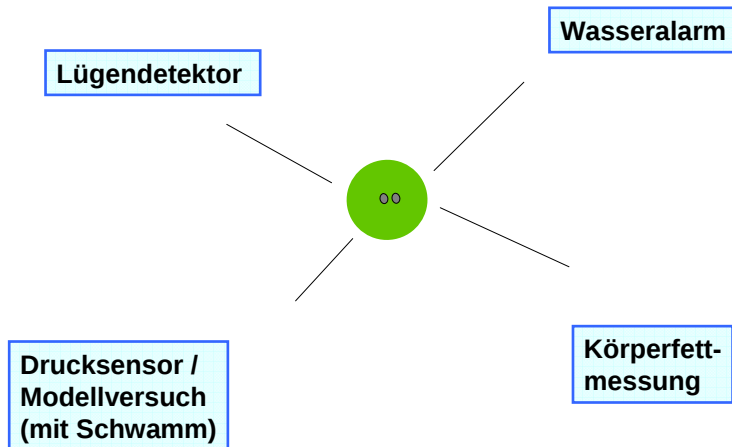
6. Körperfettmessung

7. Gasdetektor

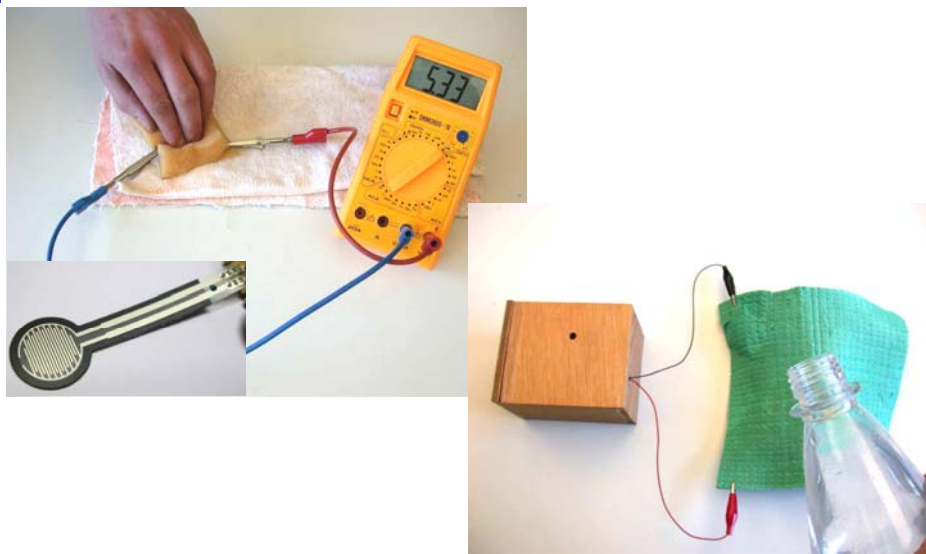
8. NTC, PTC

$$R = R(T)$$

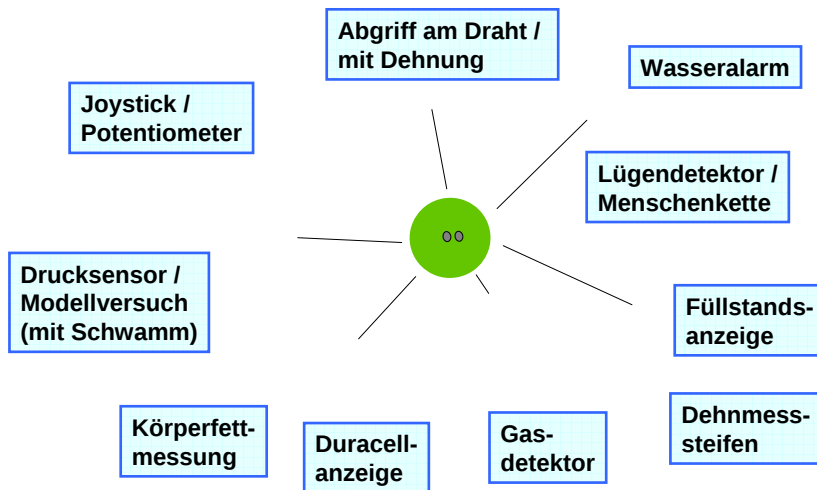
B) Lernen an Stationen



mit Modellexperimenten



B) Lernen an Stationen



Themenpakete "in Koffern"

• Widerstände als Sensoren

• "Medizintechnik"
(Themenbezogen NWT)

• Temperaturmessung

Heim-Medizin, Alltagsmedizin - 3 Ebenen

- Elementare Sensorik
 - Messen (Vernier-Sensoren)
 - High tech - Systeme

Ausgewählte Beispiele:

Optische Pulsmessung
(Pulsuhr, Ohrclip)

Blutdruck

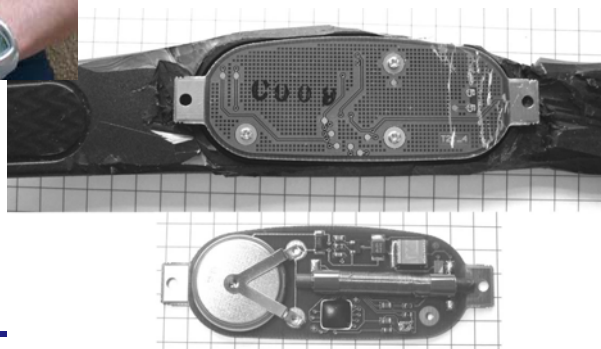
Elektrische Pulsmessung
(Brustgurt, EKG)

EOG

Optische Pulsmessung



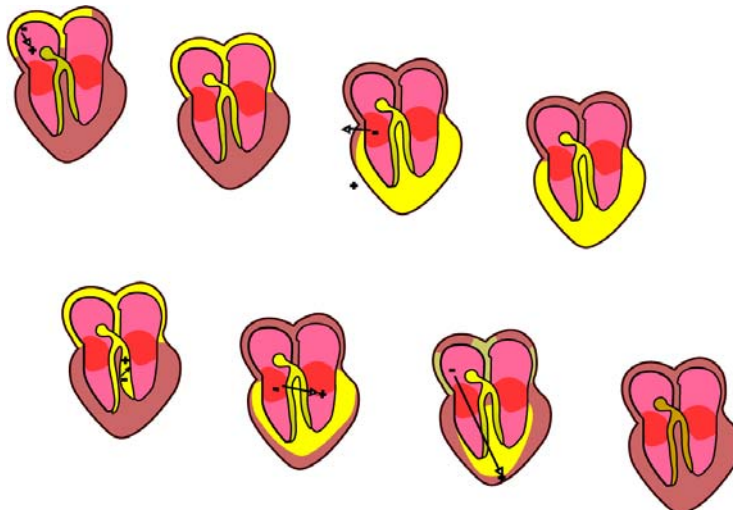
Elektrische Pulsmessung (Brustgurt, EKG)



Elektrische Pulsmessung (Brustgurt, EKG)

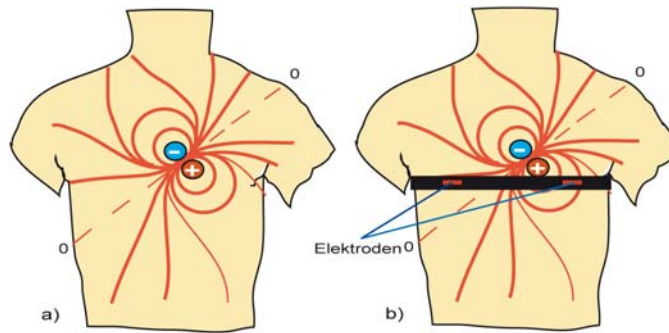
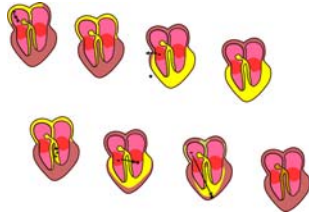


Elektrische Pulsmessung (Brustgurt, EKG)



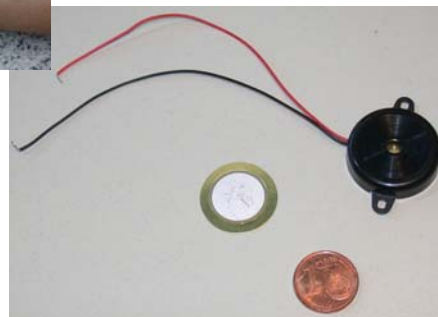
Aktivierung / elektrische Erregung am Herz

Elektrische Pulsmessung (Brustgurt, EKG)

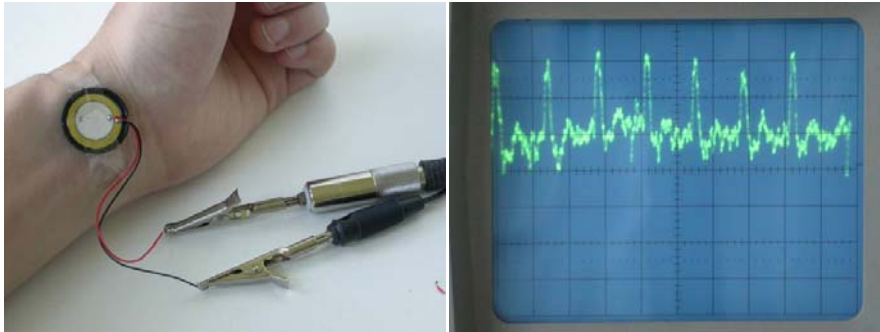


a) Äquipotentiallinien auf der Körperoberfläche. b) Abgriff der elektrischen Potentiale.

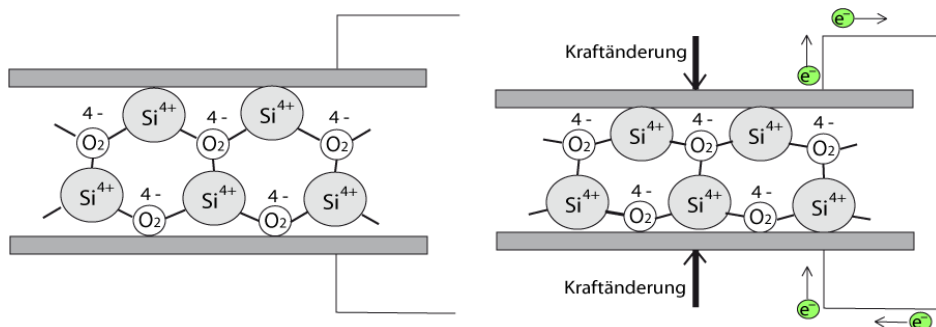
Blutdruckmessgeräte (Oszillometrie)



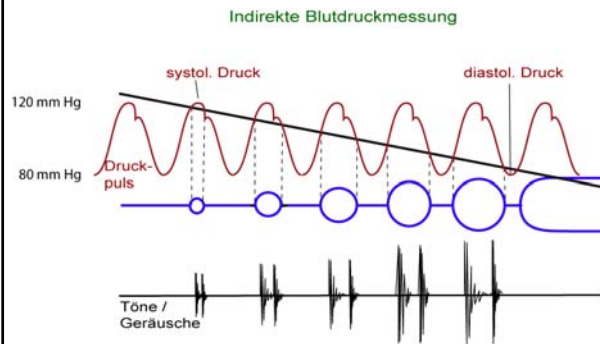
Blutdruckmessgeräte (Oszillometrie)



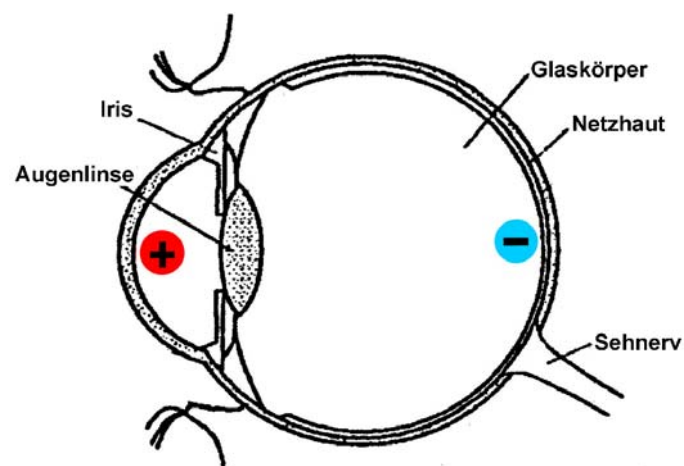
Blutdruckmessgeräte (Oszillometrie)



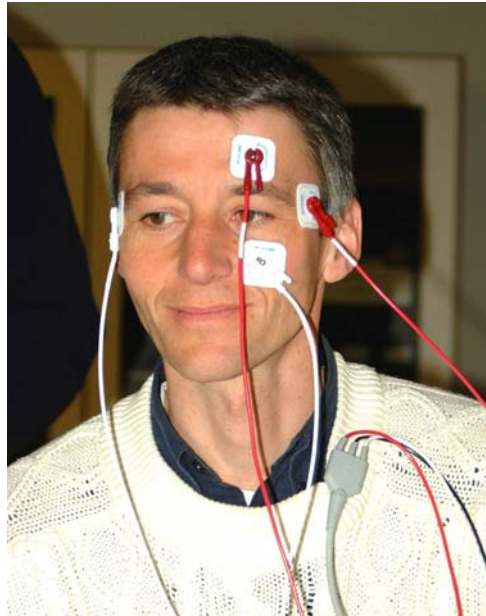
Blutdruckmessgeräte (Oszillometrie)



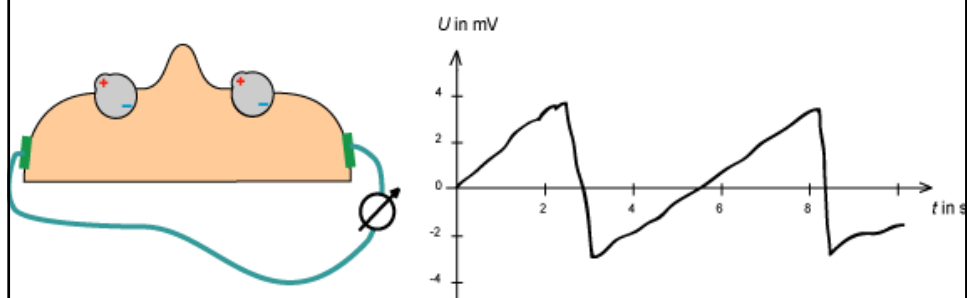
BioPak

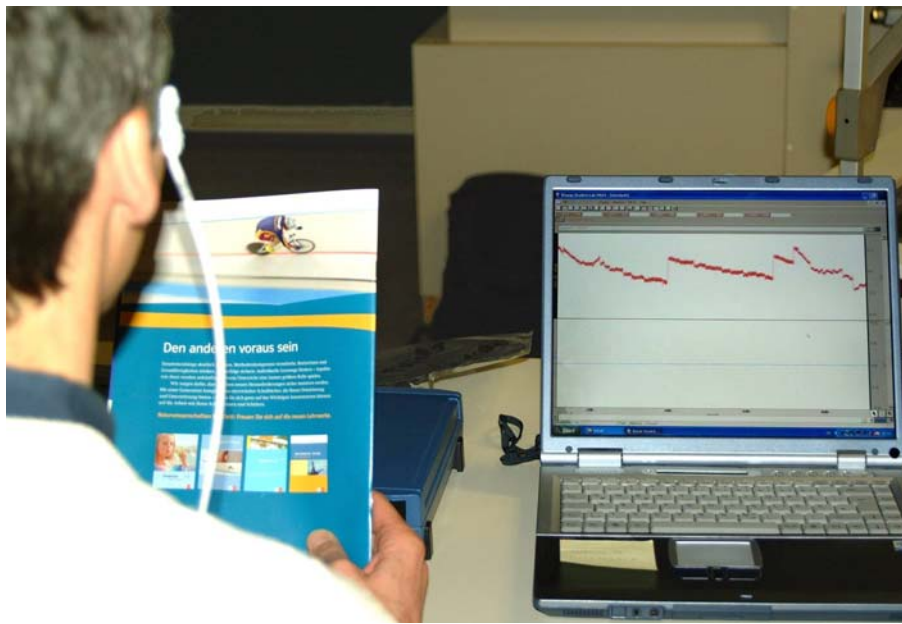


BioPak



BioPak

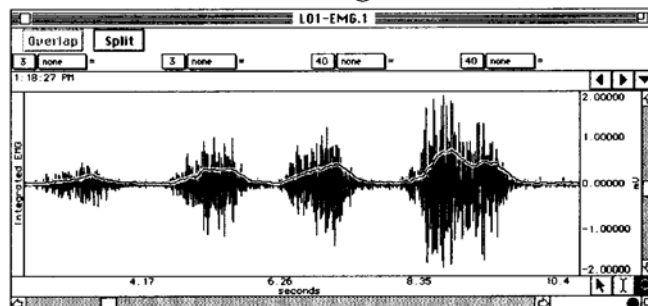
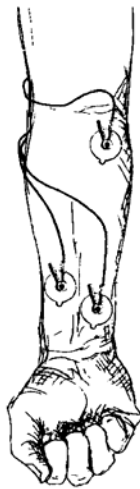




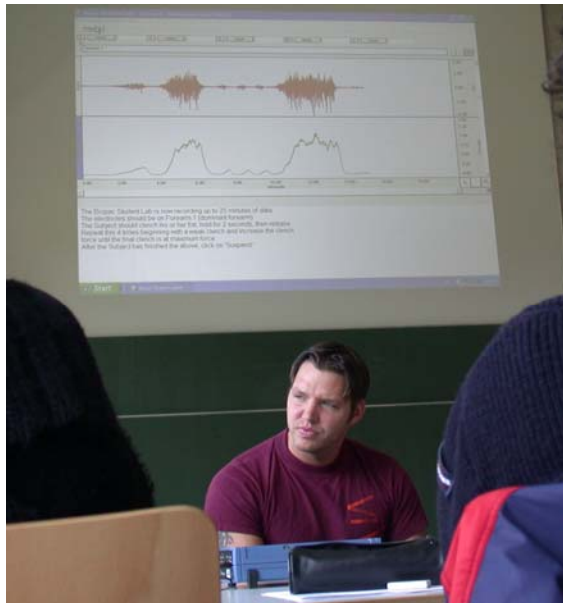
BioPak

ELECTROMYOGRAPHY

Standard and Integrated EMG



BioPak



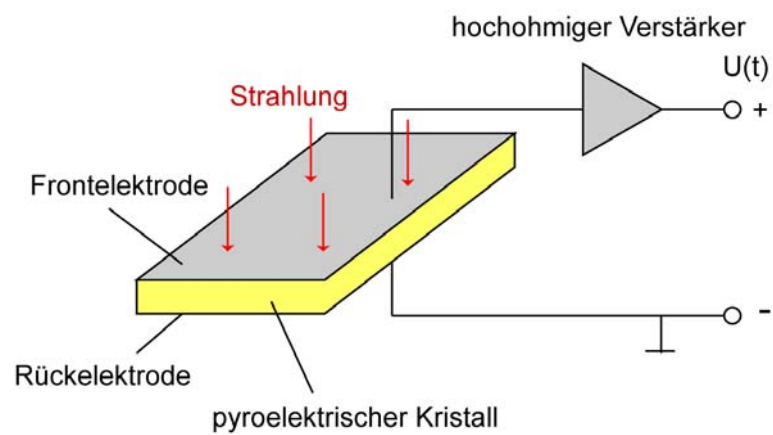
IR-Sensorik und Temperaturmessung

Didaktische Rekonstruktion

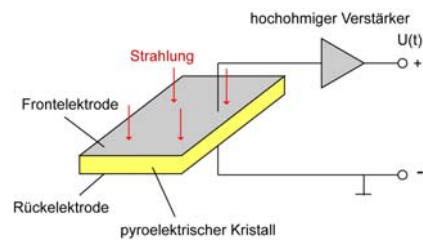
IR-Sensorik



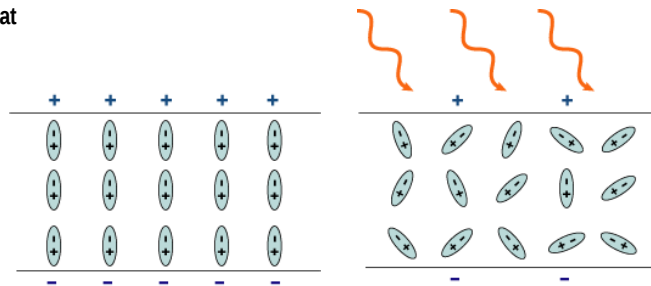
Bewegungsmelder



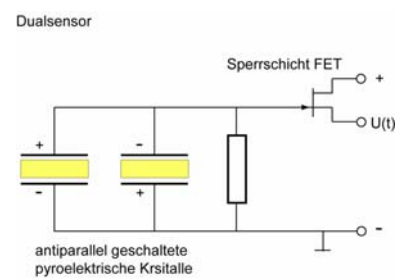
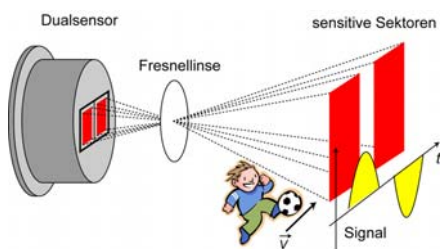
Bewegungsmelder



Triglycinsulfat



Bewegungsmelder



Infrarot-Thermometer



Infrarot-Thermometer



Infrarot-Thermometer



Infrarot-Thermometer

- Speisen und Getränke, Tiefkühlkost
- Wand, Fenster, Heizkörper
- Maschinen, Werkzeugteile
- "Thermische Spurensuche"

(war das Fernsehgerät eingeschaltet
lag der Hund auf dem Sofa)





Einführung des Infrarotthermometers im Unterricht

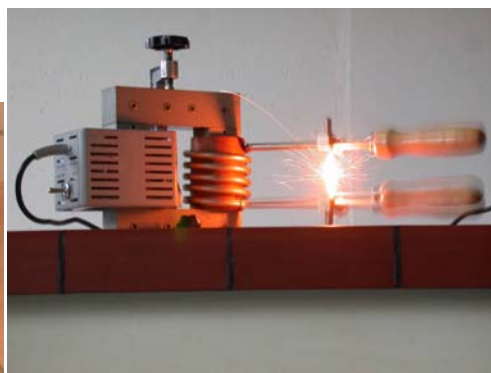


Einführung des Infrarotthermometers

1. Jeder Körper strahlt
2. Die Strahlung ist temperaturabhängig
3. Mit der Strahlung wird Energie transportiert
4. Sensoren reagieren auf den Energietransfer
5. (Anwendungsbezüge)

1. Jeder Körper strahlt

1. Jeder Körper strahlt



Bei sehr heißen Körpern ist die Strahlung sichtbar.

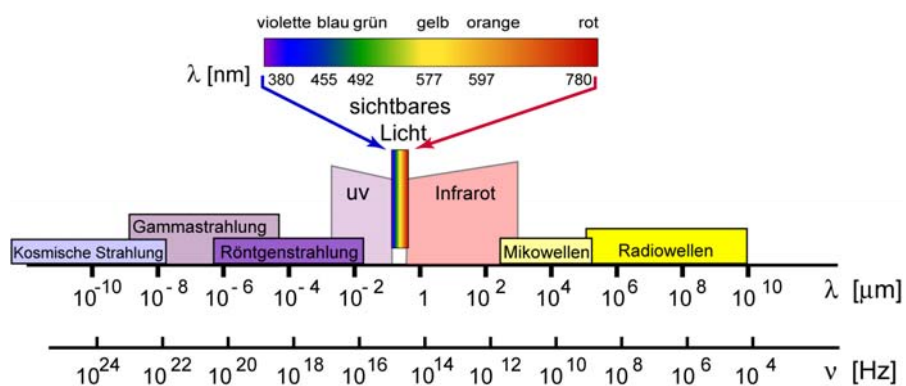
1. Jeder Körper strahlt

Doch normalerweise ist die Strahlung nicht sichtbar.
Man kann sie aber dennoch fühlen.



1. Jeder Körper strahlt

Das sichtbare Licht ist nur ein kleiner Teil des
elektromagnetischen Spektrums



1. Jeder Körper strahlt

Auch der Mensch strahlt im sog. Infrarotbereich



Mit Infrarotkameras kann man "Temperaturbilder" aufnehmen
(Thermographie aus der FU Berlin von V. Nordmeier).

1. Jeder Körper strahlt

Mit geeigneten Geräten lässt sich sogar die unsichtbare Strahlung aufnehmen.

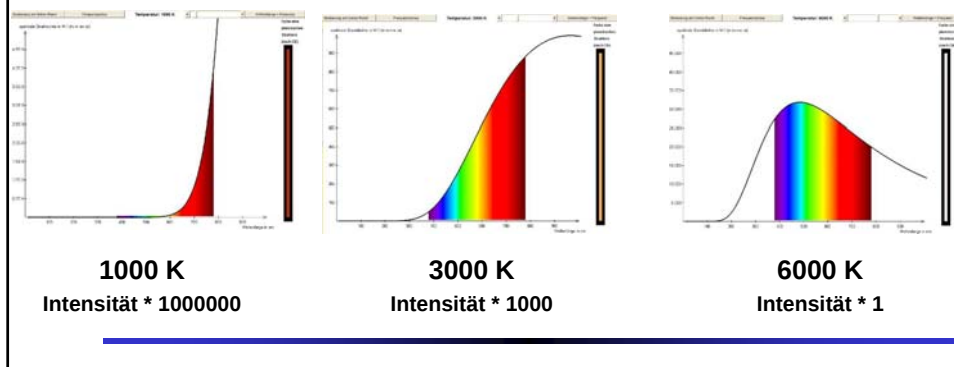


2. Die Strahlung ist temperaturabhängig

2. Die Strahlung ist temperaturabhängig

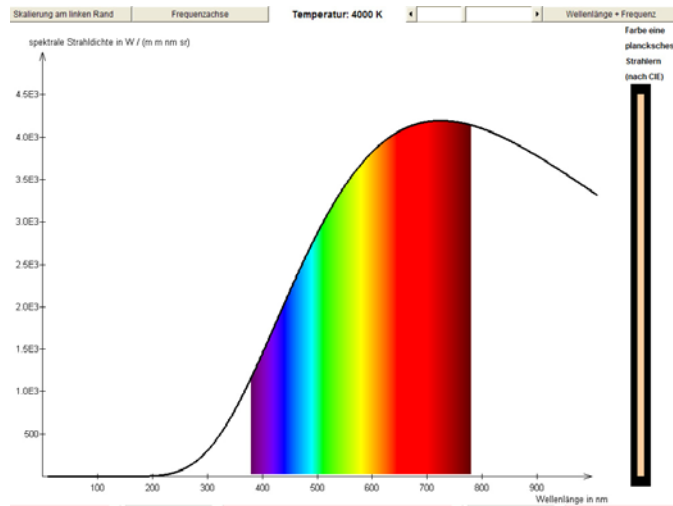
Mit zunehmender Temperatur wird die Strahlung immer besser sichtbar und intensiver.

Die Sonnenoberfläche (fast 6000 K) strahlt optimal im sichtbaren Bereich.



2. Die Strahlung ist temperaturabhängig

Simulationsprogramm starten -> auf Bild klicken



3. Strahlung transportiert Energie

3. Strahlung transportiert Energie

Mit einem Brennglas lassen sich sogar Gegenstände entzünden



3. Strahlung transportiert Energie

Solarzellen nutzen Strahlungsenergie



3. Strahlung transportiert Energie

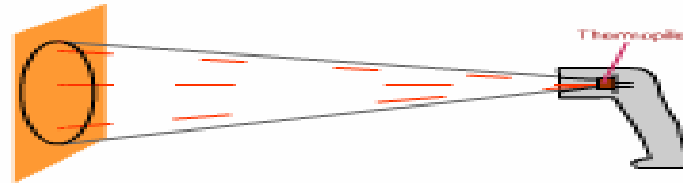
Wir können in der Sonne "Energie tanken".



4. Sensoren reagieren auf die Energieübertragung

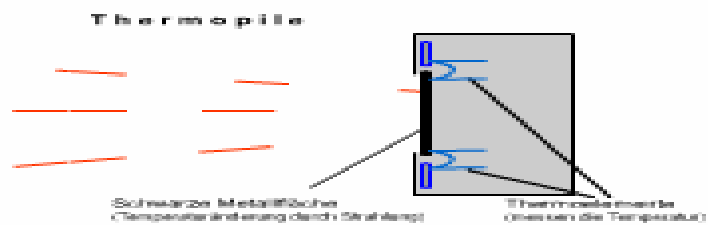
4. Sensoren reagieren auf die Energieübertragung

Das Strahlungsthermometer:



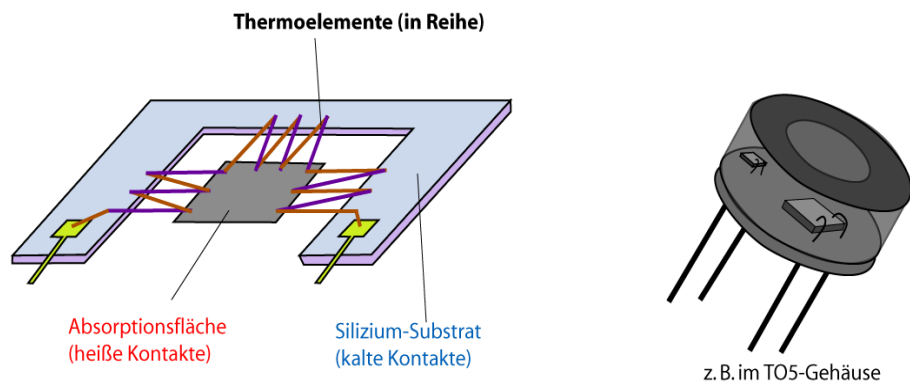
4. Sensoren reagieren auf die Energieübertragung

Das Strahlungsthermometer:



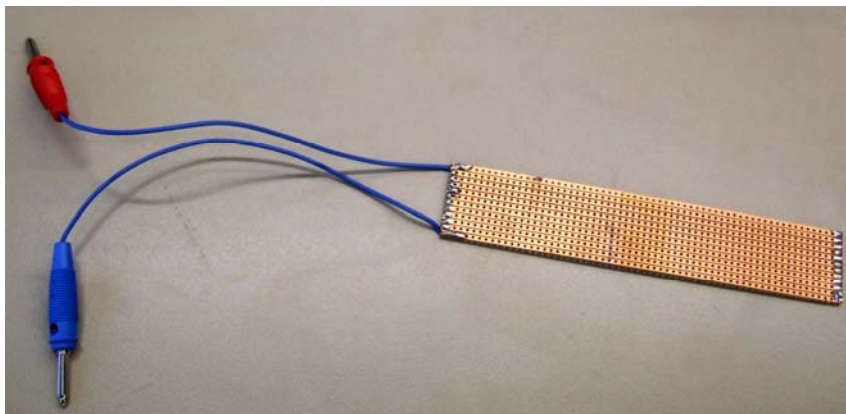
4. Sensoren reagieren auf die Energieübertragung

Thermosäule



4. Sensoren reagieren auf die Energieübertragung

Thermosäule



4. Sensoren reagieren auf die Energieübertragung

Wärmebildkamera



IR-Thermometer



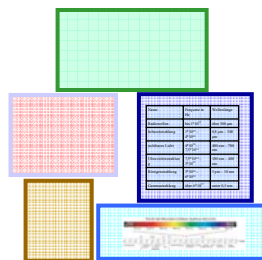
Bewegungsmelder



Ohrthermometer

Sensoren – Didaktische Rekonstruktion

- Elementarisieren
- Verständnisgerüst aufbauen



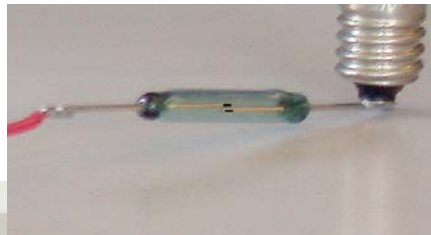
1. Jeder Körper strahlt
2. Die Strahlung ist temperaturabhängig
3. Mit der Strahlung wird Energie transportiert
4. Sensoren reagieren auf den Energietransfer
5. (Anwendungsbezüge)



Magnetismus & Induktion

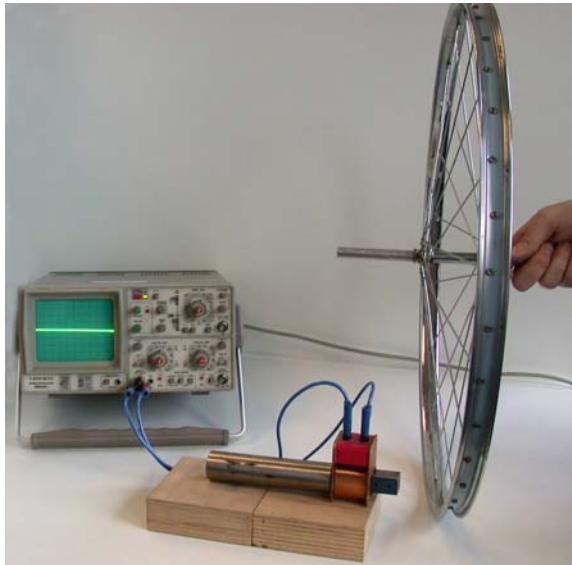
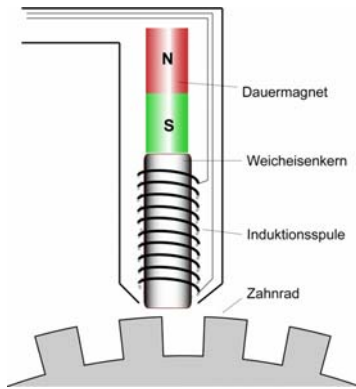
Experimentelle Aufgaben

Magnetismus & Induktion



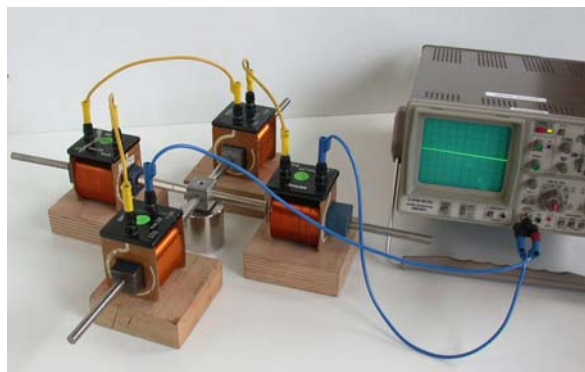
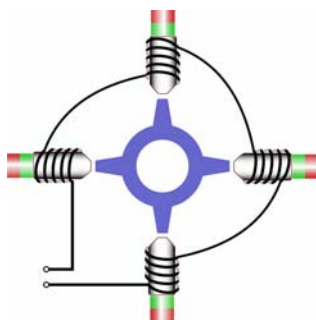
"Erforschendes Arbeiten"

Magnetismus & Induktion – Drehzahlmessung und ABS



Konstruktionsaufgaben

Magnetismus & Induktion – Unterbrechungsfreie Zündsteuerung



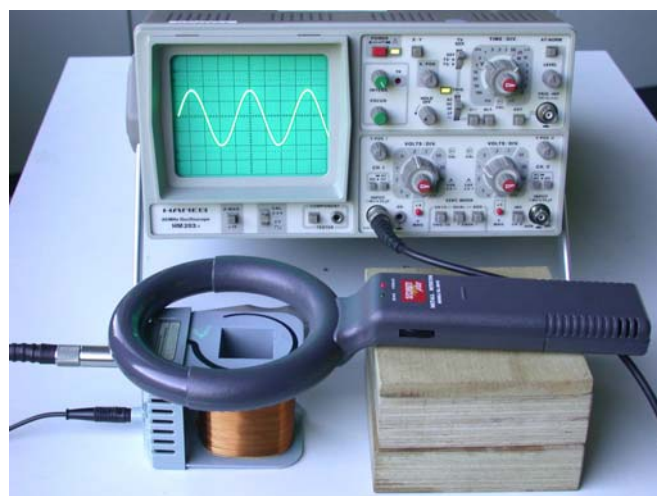
Konstruktionsaufgaben

Magnetismus & Induktion - Metalldetektor



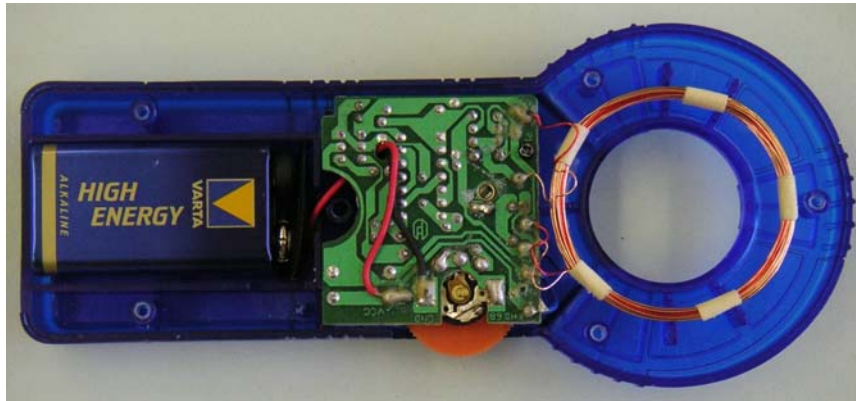
Aufgabe: Testen und untersuchen

Magnetismus & Induktion - Metalldetektor

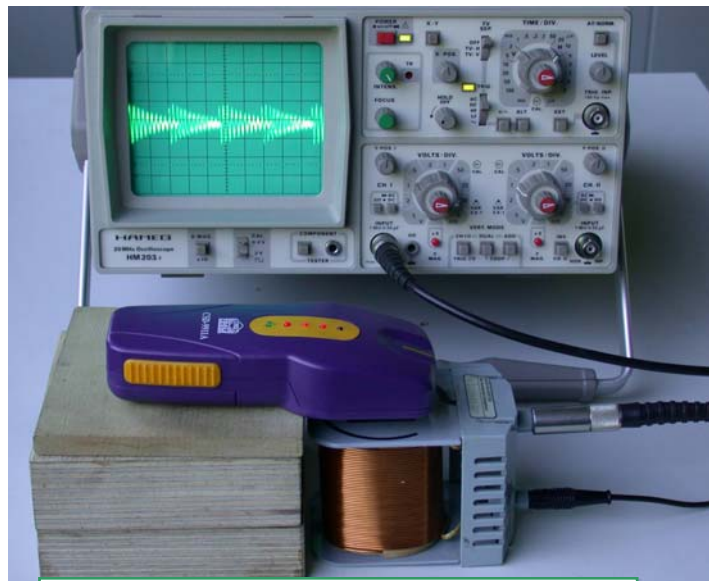


Aufgabe: Testen und untersuchen

Magnetismus & Induktion - Metalldetektor



Magnetismus & Induktion - Metalldetektor



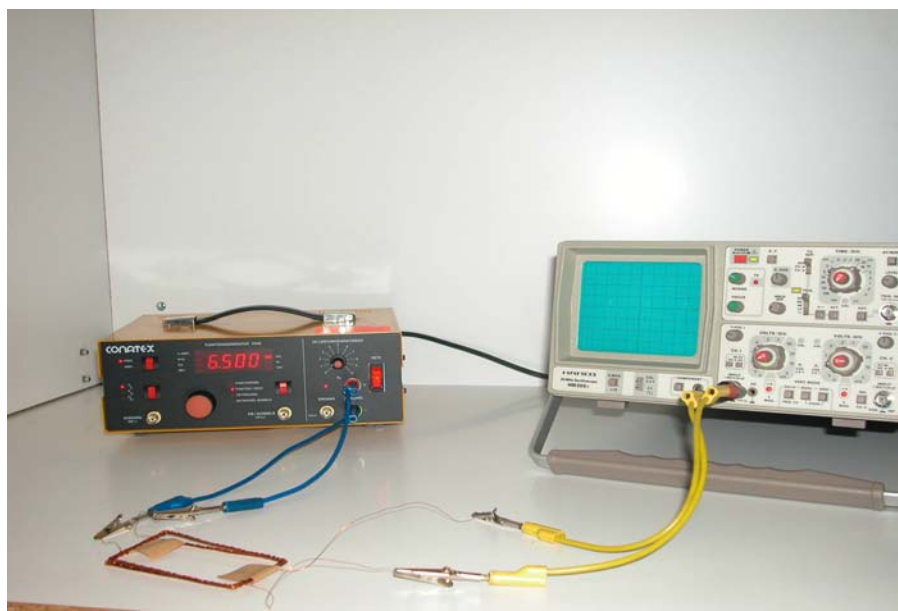
Aufgabe: Testen und untersuchen

Magnetismus & Induktion - Induktionsschleife



Aufgabe: Testen und untersuchen

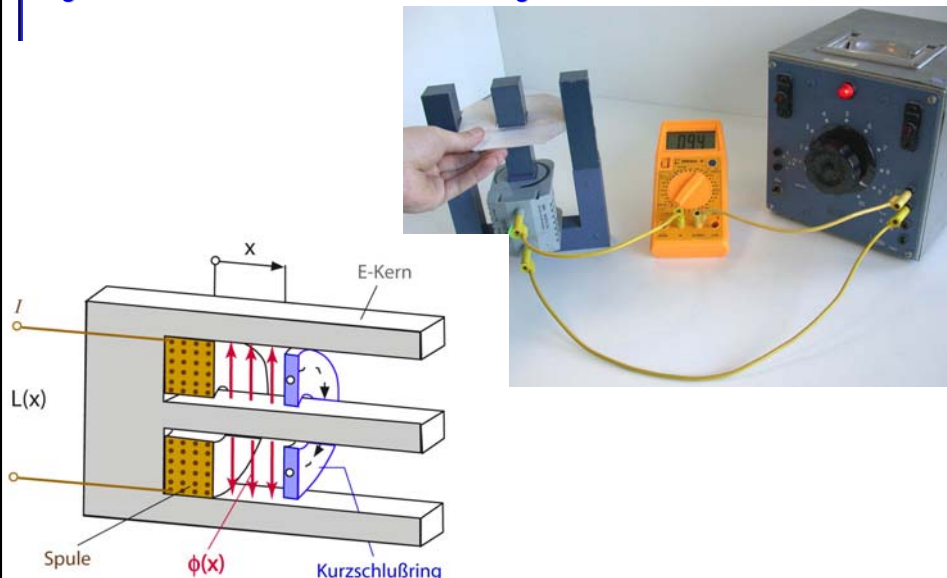
Magnetismus & Induktion - Induktionsschleife



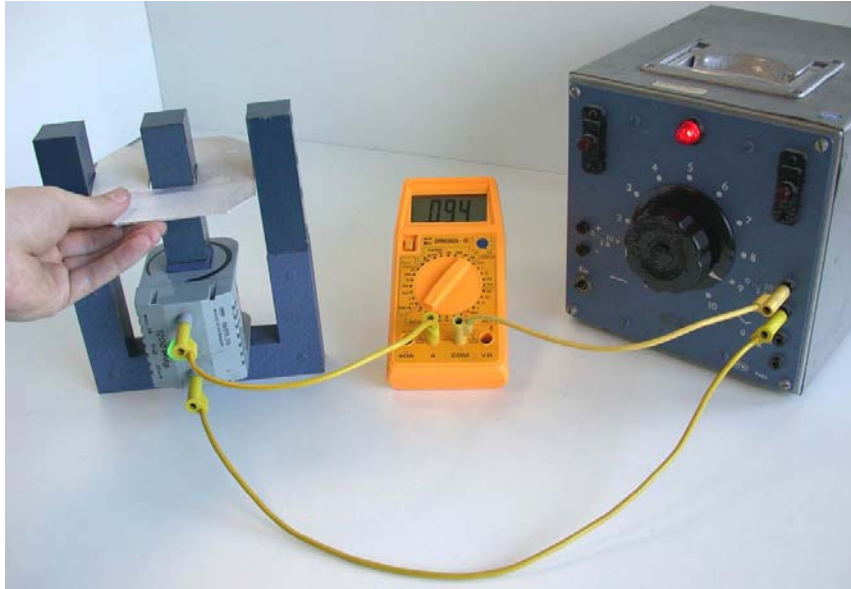
- Experimentelle Aufgaben

- "Forschungsauftrag" (black box)
- Konstruktionsaufgabe (Zündsteuerung)
- Geräte analysieren (Metalldetektor)
- Geräte testen / entwickeln (Induktionsschleife)

Magnetismus & Induktion - Kurzschlussringsensor



Magnetismus & Induktion - Kurzschlussringsensor

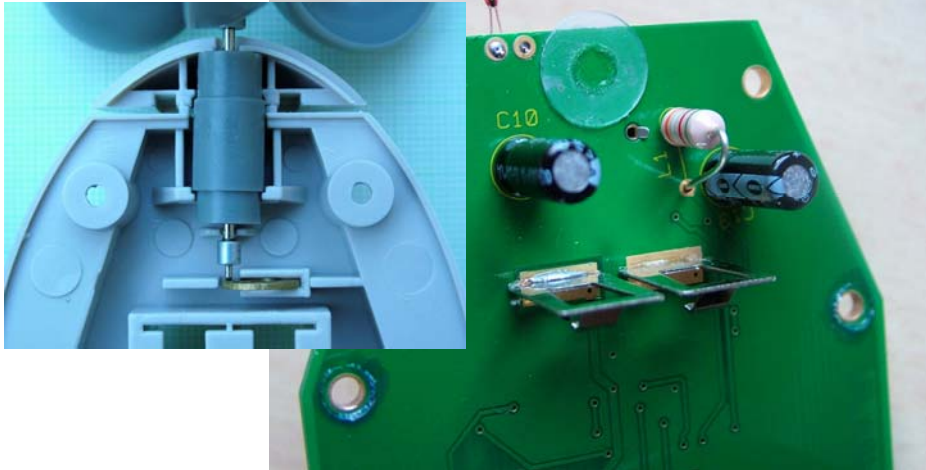


Messung der
Windgeschwindigkeit



Magnetismus & Induktion – Drehzahlmessung und ABS

"Windei"



Kompassuhr



Magnetfeldsensoren

- Feldplatten
- Hallsensoren
- AMR (Anisotrope magneto-resistance)
- GMR (Giant magneto-resistance)

Sensorik !

- "Lebendige Physik"
- Subjektiver Erklärungswert von Unterricht
- Anchored instruction
- -----
- Zeitaufwand
- Institutionelle Rahmenbedingungen
- Methodisch anspruchsvoll



- www.ph-ludwigsburg.de/piko
- www.physikonline.net
- Unterricht Physik, 17 (2006), Nr. 91
- ISB