

Elektromagnetische Feldtheorie I (EFT I) / Electromagnetic Field Theory I (EFT I)

Dr.-Ing. René Marklein

marklein@uni-kassel.de

<http://www.tet.e-technik.uni-kassel.de>

<http://www.uni-kassel.de/fb16/tet/marklein/index.html>

Universität Kassel

Fachbereich Elektrotechnik / Informatik
(FB 16)

Fachgebiet Theoretische Elektrotechnik
(FG TET)

Wilhelmshöher Allee 71
Büro: Raum 2113 / 2115
D-34121 Kassel

University of Kassel

Dept. Electrical Engineering / Computer Science
(FB 16)

Electromagnetic Theory
(FG TET)

Wilhelmshöher Allee 71
Office: Room 2113 / 2115
D-34121 Kassel

Vorlesung (V) / Lecture (L)

Dr.-Ing. René Marklein

marklein@uni-kassel.de

<http://www.tet.e-technik.uni-kassel.de>

Übung (Ü) / Exercise (E)

Dipl.-Ing. Alexander Zimmer

zimmer@uni-kassel.de

<http://www.tet.e-technik.uni-kassel.de>

Universität Kassel

Fachbereich Elektrotechnik und Informatik

(FB 16)

Fachgebiet Theoretische Elektrotechnik

(FG TET)

Wilhelmshöher Allee 71

Büro: Raum 2113 / 2115

D-34121 Kassel

University of Kassel

Dept. Electrical Engineering and Computer
Science (FB 16)

Electromagnetic Theory
(FG TET)

Wilhelmshöher Allee 71

Office: Room 2113 / 2115

D-34121 Kassel

Andere Vorlesungen / Other Lectures

Dr.-Ing. René Marklein

- 🚧 Numerische Methoden in der Elektromagnetische Feldtheorie I & II /
Numerical Methods in Electromagnetic Field Theory I & II
- 🚧 Praktikum: Numerische Methoden in der Elektromagnetische Feldtheorie I & II /
Practical Training: Numerical Methods of Electromagnetic Field Theory I & II

Prof. Dr. rer. nat. Karl-Jörg Langenberg

- 🚧 Mathematical Foundation of Electromagnetic Field Theory I & II /
Mathematische Grundlagen der Elektromagnetischen Feldtheorie I & II

Prof. Dr. rer. nat. Karl-Jörg Langenberg

Dr.-Ing. René Marklein

- 🚧 Inverse Problems and Imaging /
Inverse Probleme und Abbildungsverfahren

Rules for the Exam / Klausurbedingungen

Betrifft: Geänderte Klausurbedingungen im Sommersemester 2002
Beginnend mit der Prüfungsperiode im SS 2002 ist zu Klausuren des Fachgebietes Theoretische Elektrotechnik als einziges Hilfsmittel nur noch eine

Handgeschriebene Formelsammlung

(1 Blatt, Vorder- und Rückseite dürfen beschrieben werden)
zugelassen. Die Formelsammlung wird am Ende der Klausur zusammen mit den Klausurunterlagen abgegeben. Neben dieser Formelsammlung sind keine weiteren Hilfsmittel zulässig, auch kein Taschenrechner.

Subject: Changed rules for the exams in summer semester 2002
Starting in SS 2002, all exams at the Chair of Electromagnetic Theory will be closed book exams.

Except of a

handwritten collection of formulas,

(1 sheet, both sides may be used)

no other resources of help (e.g. pocket calculator) will be allowed. In the end of the exam, the collection of formulas must be handed in with all other documents concerning the exam.

Maxwell's Equations of Electromagnetic Fields and Waves / Maxwell'sche Gleichungen elektromagnetischer Felder und Wellen

Maxwell's Equations / Maxwell'sche Gleichungen

Differential Form / Differentialform

$$\nabla \times \underline{\mathbf{E}}(\underline{\mathbf{R}}, t) = -\frac{\partial}{\partial t} \underline{\mathbf{B}}(\underline{\mathbf{R}}, t) - \underline{\mathbf{J}}_m(\underline{\mathbf{R}}, t)$$

$$\nabla \times \underline{\mathbf{H}}(\underline{\mathbf{R}}, t) = \frac{\partial}{\partial t} \underline{\mathbf{D}}(\underline{\mathbf{R}}, t) + \underline{\mathbf{J}}_e(\underline{\mathbf{R}}, t)$$

$$\nabla \cdot \underline{\mathbf{D}}(\underline{\mathbf{R}}, t) = \rho_e(\underline{\mathbf{R}}, t)$$

$$\nabla \cdot \underline{\mathbf{B}}(\underline{\mathbf{R}}, t) = \rho_m(\underline{\mathbf{R}}, t)$$

Integral Form / Integralform

$$\oint_{C=\partial S} \underline{\mathbf{E}}(\underline{\mathbf{R}}, t) \cdot d\underline{\mathbf{R}} = -\iint_S \frac{\partial}{\partial t} \underline{\mathbf{B}}(\underline{\mathbf{R}}, t) \cdot d\underline{\mathbf{S}} - \iint_S \underline{\mathbf{J}}_m(\underline{\mathbf{R}}, t) \cdot d\underline{\mathbf{S}}$$

$$\oint_{C=\partial S} \underline{\mathbf{H}}(\underline{\mathbf{R}}, t) \cdot d\underline{\mathbf{R}} = \iint_S \frac{\partial}{\partial t} \underline{\mathbf{D}}(\underline{\mathbf{R}}, t) \cdot d\underline{\mathbf{S}} + \iint_S \underline{\mathbf{J}}_e(\underline{\mathbf{R}}, t) \cdot d\underline{\mathbf{S}}$$

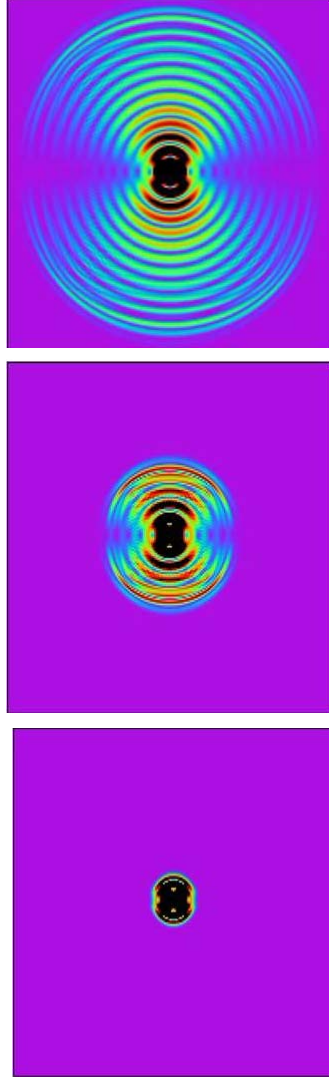
$$\oiint_{S=\partial V} \underline{\mathbf{D}}(\underline{\mathbf{R}}, t) \cdot d\underline{\mathbf{S}} = \iiint_V \rho_e(\underline{\mathbf{R}}, t) dV$$

$$\oiint_{S=\partial V} \underline{\mathbf{B}}(\underline{\mathbf{R}}, t) \cdot d\underline{\mathbf{S}} = \iiint_V \rho_m(\underline{\mathbf{R}}, t) dV$$

Water Surface Waves / Wasseroberflächenwellen



Hertzian Dipole: EM Waves / Hertzscher Dipol: EM Wellen



Maxwell's Equations of Electromagnetic Fields and Waves / Maxwell'sche Gleichungen elektromagnetischer Felder und Wellen

Maxwell's Equations / Maxwell'sche Gleichungen

Differential Form / Differentialform

$$\nabla \times \underline{\mathbf{E}}(\underline{\mathbf{R}}, t) = -\frac{\partial}{\partial t} \underline{\mathbf{B}}(\underline{\mathbf{R}}, t) - \underline{\mathbf{J}}_m(\underline{\mathbf{R}}, t)$$

$$\nabla \times \underline{\mathbf{H}}(\underline{\mathbf{R}}, t) = \frac{\partial}{\partial t} \underline{\mathbf{D}}(\underline{\mathbf{R}}, t) + \underline{\mathbf{J}}_e(\underline{\mathbf{R}}, t)$$

$$\nabla \cdot \underline{\mathbf{D}}(\underline{\mathbf{R}}, t) = \rho_e(\underline{\mathbf{R}}, t)$$

$$\nabla \cdot \underline{\mathbf{B}}(\underline{\mathbf{R}}, t) = \rho_m(\underline{\mathbf{R}}, t)$$

Integral Form / Integralform

$$\oint_{C=\partial S} \underline{\mathbf{E}}(\underline{\mathbf{R}}, t) \cdot d\underline{\mathbf{R}} = -\iint_S \frac{\partial}{\partial t} \underline{\mathbf{B}}(\underline{\mathbf{R}}, t) \cdot d\underline{\mathbf{S}} - \iint_S \underline{\mathbf{J}}_m(\underline{\mathbf{R}}, t) \cdot d\underline{\mathbf{S}}$$

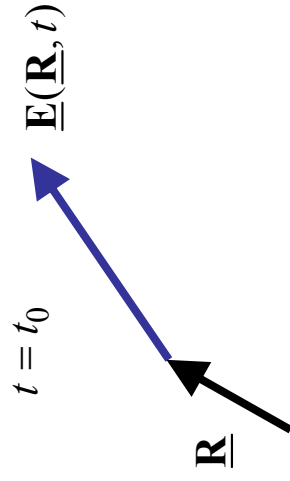
$$\oint_{C=\partial S} \underline{\mathbf{H}}(\underline{\mathbf{R}}, t) \cdot d\underline{\mathbf{R}} = \iint_S \frac{\partial}{\partial t} \underline{\mathbf{D}}(\underline{\mathbf{R}}, t) \cdot d\underline{\mathbf{S}} + \iint_S \underline{\mathbf{J}}_e(\underline{\mathbf{R}}, t) \cdot d\underline{\mathbf{S}}$$

$$\oiint_{S=\partial V} \underline{\mathbf{D}}(\underline{\mathbf{R}}, t) \cdot d\underline{\mathbf{S}} = \iiint_V \rho_e(\underline{\mathbf{R}}, t) dV$$

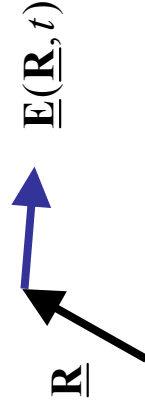
$$\oiint_{S=\partial V} \underline{\mathbf{B}}(\underline{\mathbf{R}}, t) \cdot d\underline{\mathbf{S}} = \iiint_V \rho_m(\underline{\mathbf{R}}, t) dV$$

Electric Field Strength (Vector) /

Elektrische Feldstärke (Vektor)



$t = t_1$



Time Point (Scalar) /
Zeitpunkt (Skalar)

t

Position Vector /
Ortsvektor
(Positionsvektor)

$\underline{\mathbf{R}}$

Electrostatic Fields: Applications / Elektrostatische Felder: Anwendungen

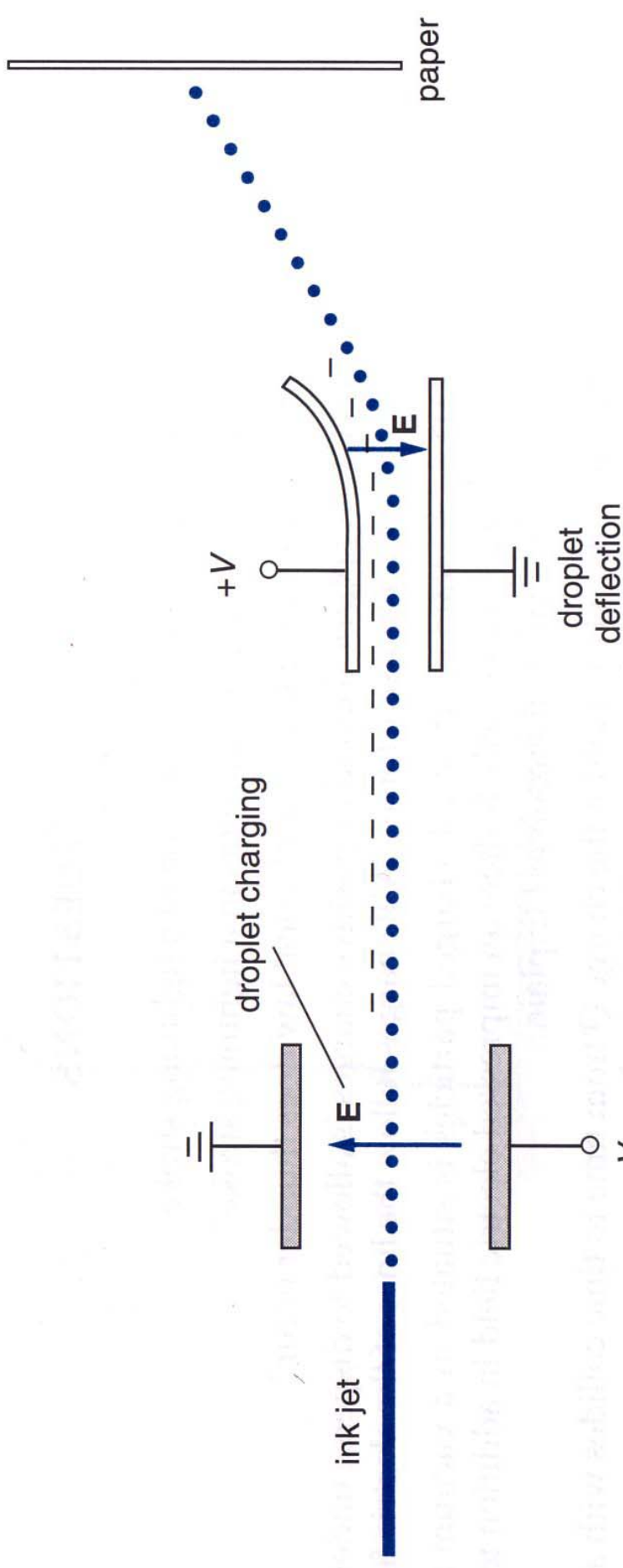


Figure 11.12 Basic components of an ink-jet printer

Electrostatic Fields: Applications /
Elektrostatistische Felder: Anwendungen

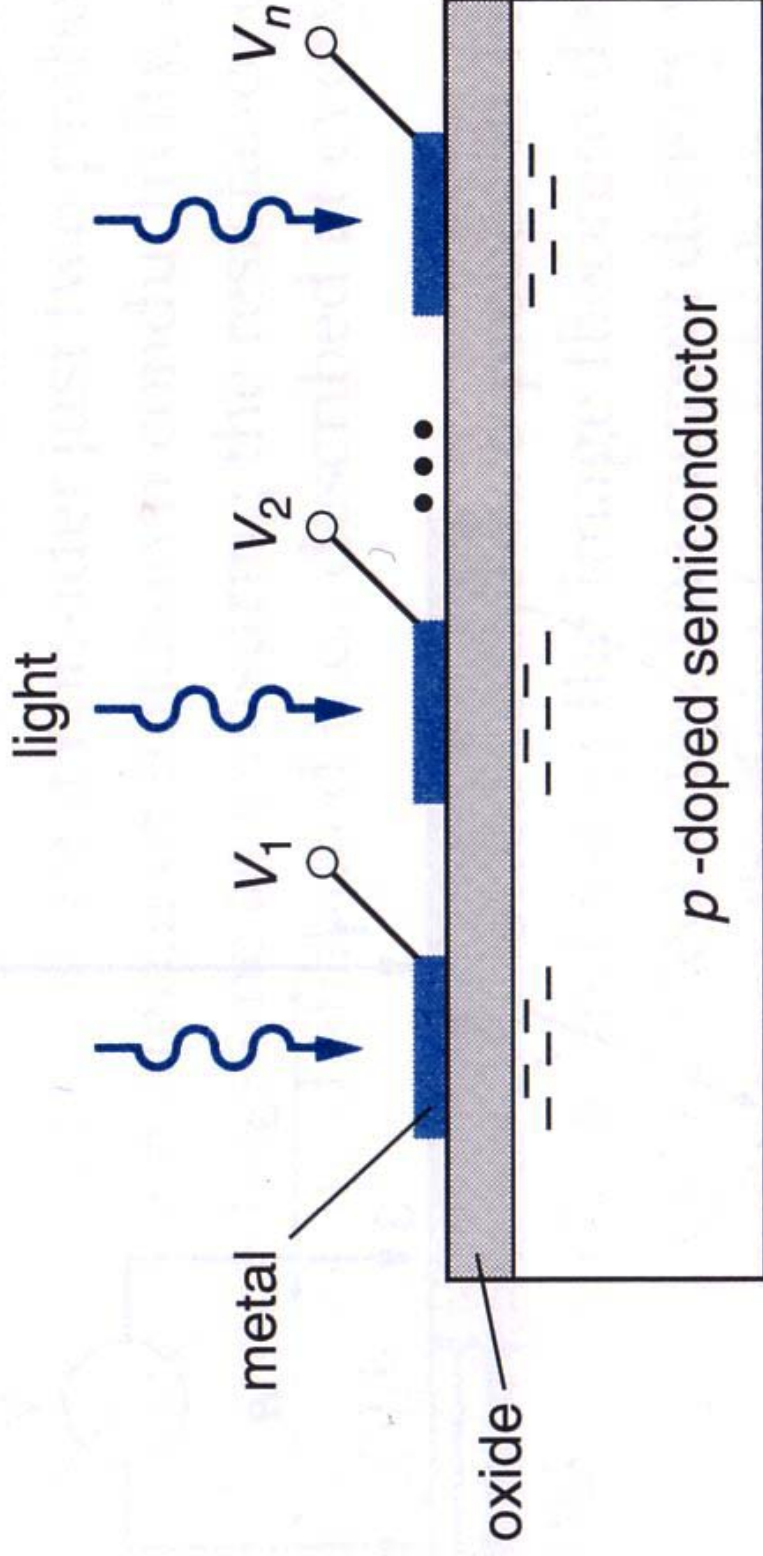


Figure 11.11 A CCD camera consists of an array of MOS capacitors

Electromagnetic Field Quantities / Elektromagnetische Feldgrößen

$$\nabla \times \underline{\mathbf{E}}(\underline{\mathbf{R}}, t) = -\frac{\partial}{\partial t} \underline{\mathbf{B}}(\underline{\mathbf{R}}, t) - \underline{\mathbf{J}}_m(\underline{\mathbf{R}}, t)$$

$$\nabla \cdot \underline{\mathbf{D}}(\underline{\mathbf{R}}, t) = \rho_e(\underline{\mathbf{R}}, t)$$

$$\nabla \times \underline{\mathbf{H}}(\underline{\mathbf{R}}, t) = \frac{\partial}{\partial t} \underline{\mathbf{D}}(\underline{\mathbf{R}}, t) + \underline{\mathbf{J}}_e(\underline{\mathbf{R}}, t)$$

$$\nabla \cdot \underline{\mathbf{B}}(\underline{\mathbf{R}}, t) = \rho_m(\underline{\mathbf{R}}, t)$$

$$\underline{\mathbf{E}}(\underline{\mathbf{R}}, t) \left[\frac{\text{V}}{\text{m}} \right]$$

Electric Field Strength / Elektrische Feldstärke

$$\underline{\mathbf{H}}(\underline{\mathbf{R}}, t) \left[\frac{\text{A}}{\text{m}} \right]$$

Magnetic Field Strength / Magnetische Feldstärke

$$\underline{\mathbf{D}}(\underline{\mathbf{R}}, t) \left[\frac{\text{As}}{\text{m}^2} \right]$$

Electric Flux Density / Elektrische Flussdichte

$$\underline{\mathbf{B}}(\underline{\mathbf{R}}, t) \left[\frac{\text{Vs}}{\text{m}^2} \right]$$

Magnetic Flux Density / Magnetische Flussdichte

$$\underline{\mathbf{J}}_e(\underline{\mathbf{R}}, t) \left[\frac{\text{A}}{\text{m}^2} \right]$$

Electric Current Density / Elektrische Stromdichte

$$\underline{\mathbf{J}}_m(\underline{\mathbf{R}}, t) \left[\frac{\text{V}}{\text{m}^2} \right]$$

Magnetic Current Density / Magnetische Stromdichte

$$\rho_e(\underline{\mathbf{R}}, t) \left[\frac{\text{As}}{\text{m}^3} \right]$$

Electric Volume Charge Density / Elektrische Raumladungsdichte

$$\rho_m(\underline{\mathbf{R}}, t) \left[\frac{\text{Vs}}{\text{m}^3} \right]$$

Magnetic Volume Charge Density / Magnetische Raumladungsdichte

