

Zelluläre und Molekulare Effekte von EMF: Stand des (Un)Wissens

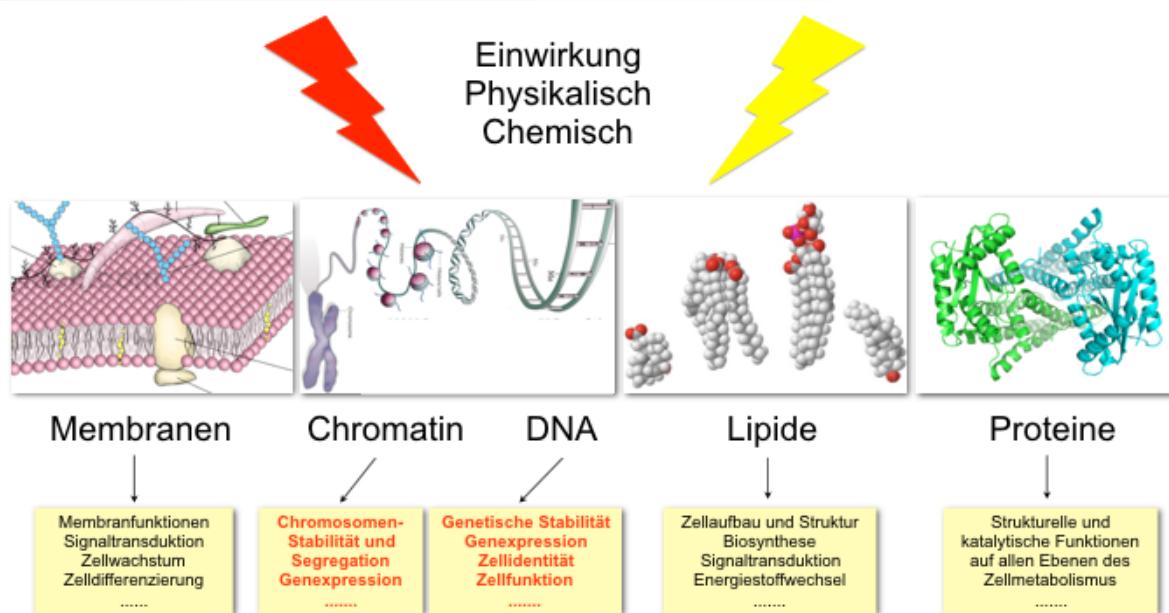
Science Brunch 24, Forschungsstiftung Strom und Mobilkommunikation
Belvoirpark, Zürich
23. Juni 1016

Primo Schär
Institut für Biochemie und Genetik
Departement Biomedizin
Universität Basel
primo.schaer@unibas.ch

University of Basel



“Effekte auf Zellen”



Beeinflussen Elektromagnetische Wellen unsere Gesundheit ?

University of Basel



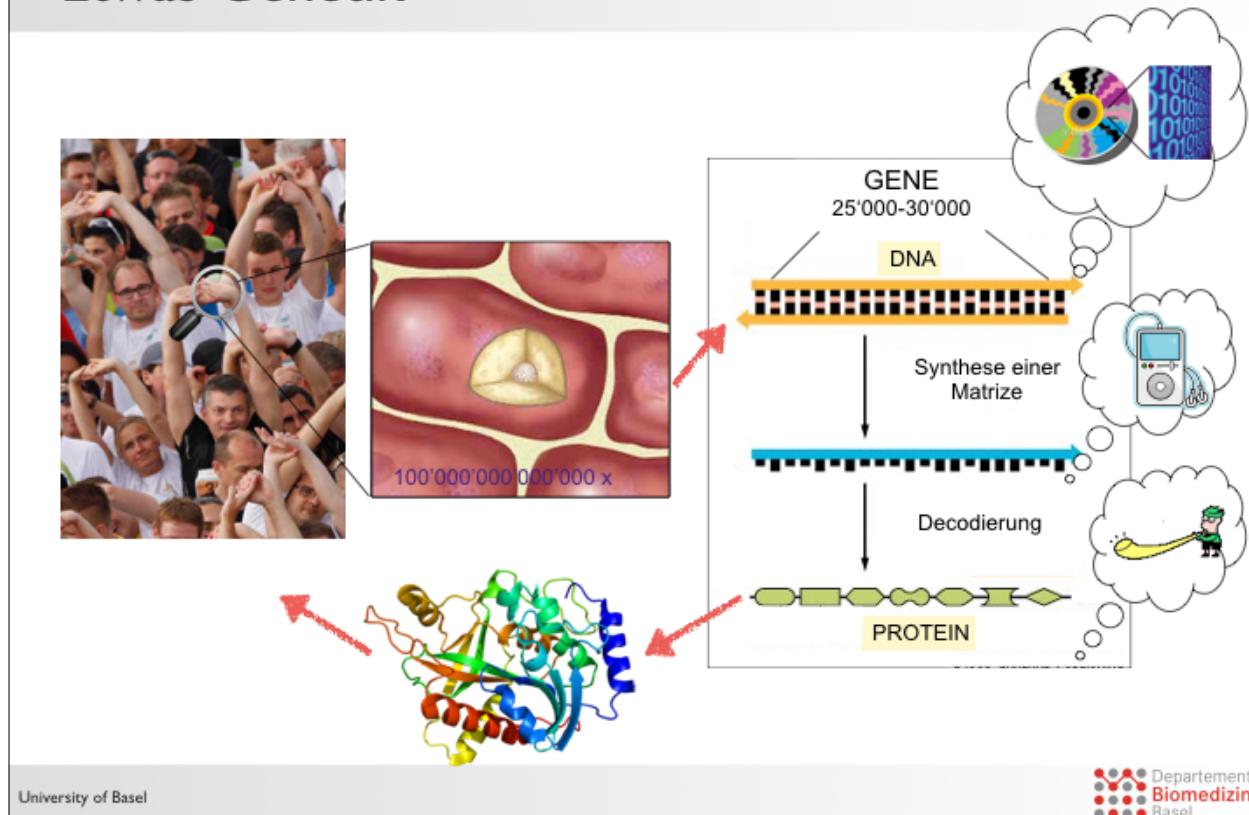
Schlüsselfragen

- EMF Exposition und Krebs ?
 - Lyon, France, May 31, 2011 –The WHO/International Agency for Research on Cancer (IARC) has classified radiofrequency electromagnetic fields as **possibly carcinogenic to humans** (Group 2B), based on an increased risk for glioma, a malignant type of brain cancer I, associated with wireless phone use
- EMF Exposition und (neuro)degenerative Erkrankungen ?
- Mechanismen ?
 - Ist EMF Exposition “genomtoxisch” ?
 - Welche zellulären Funktionen und Prozesse werden durch EMF beeinflusst ?

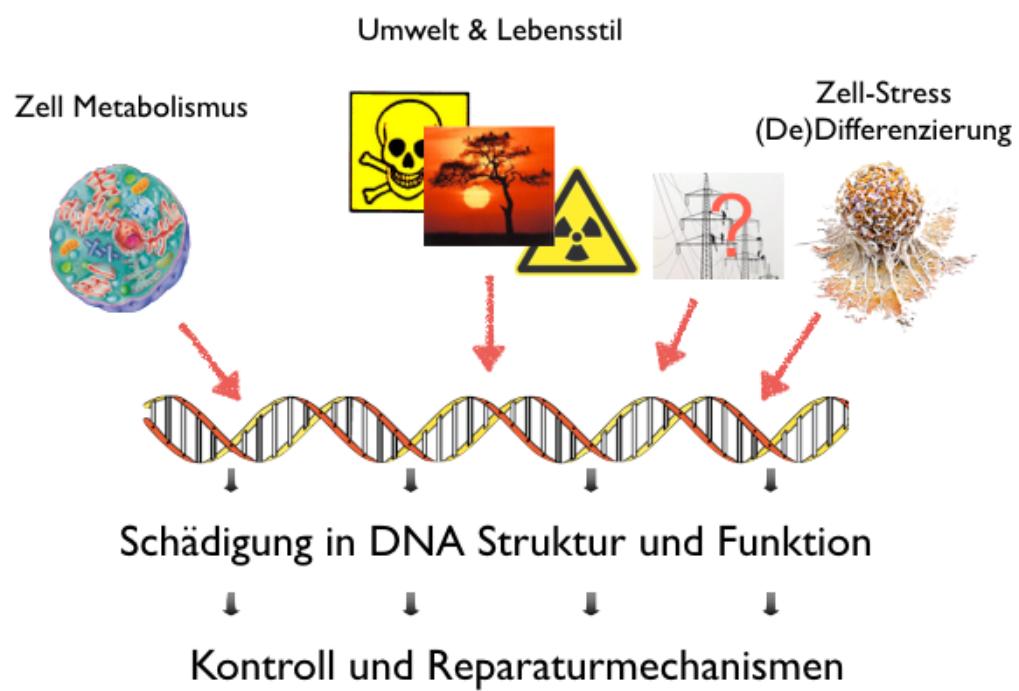
- Gentoxische Effekte ?
- Epigenetische Effekte ?
- Effekte auf Zelldifferenzierung ?
- Where to go ?

- Gentoxische Effekte ?
- Epigenetische Effekte ?
- Effekte auf Zelldifferenzierung ?
- Where to go ?

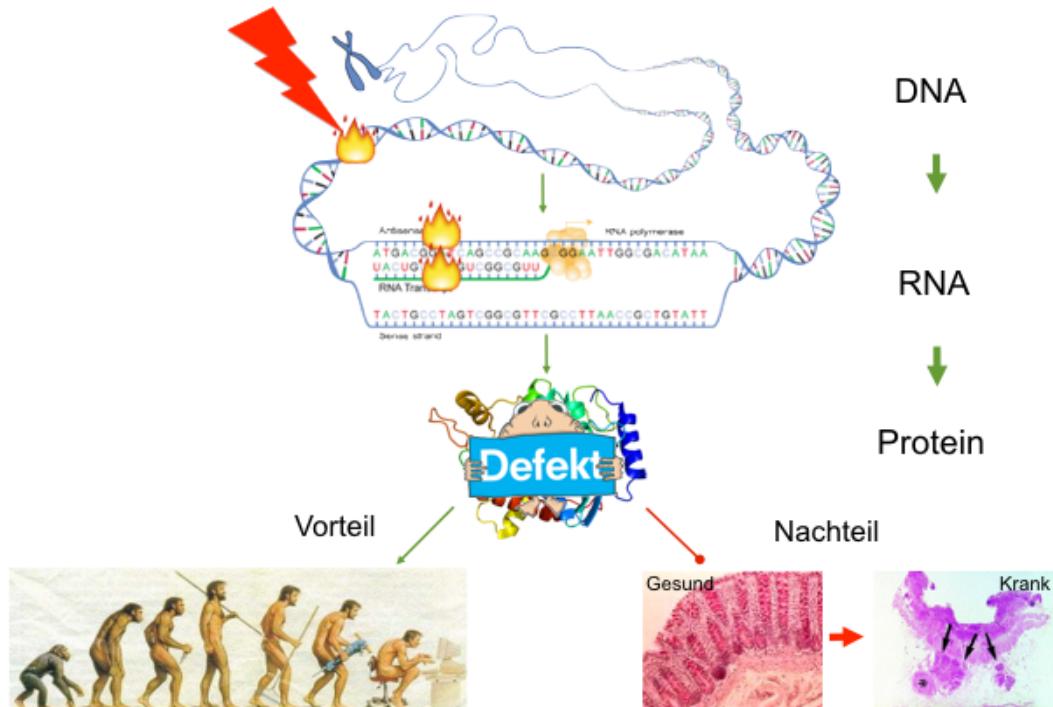
Etwas Genetik



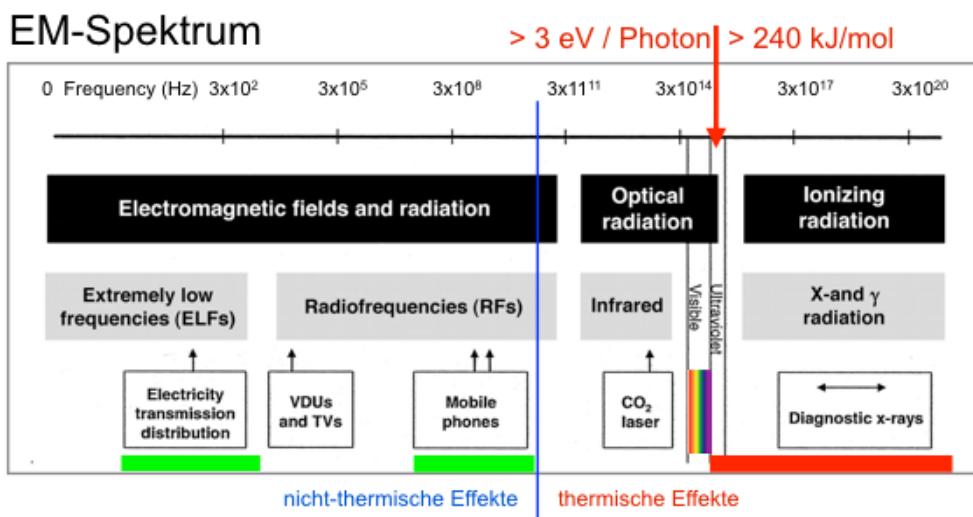
“Genomtoxizität”



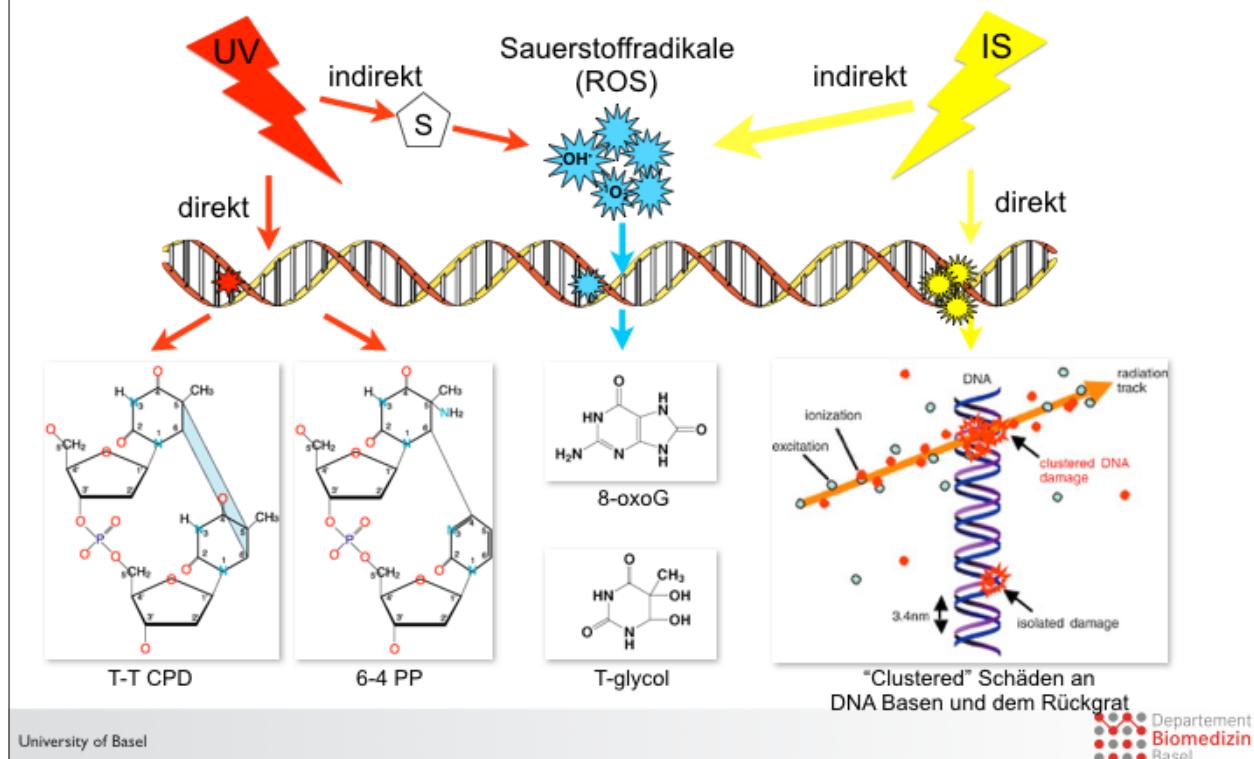
Genetische Mutation



Elektromagnetische Wellen

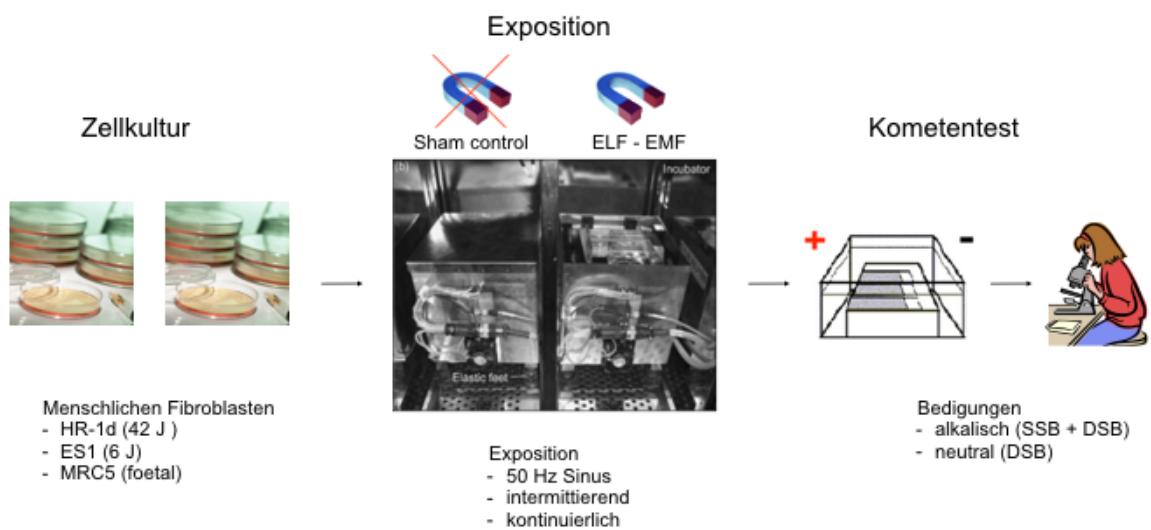


Wirkung Energiereicher Strahlung auf die DNA



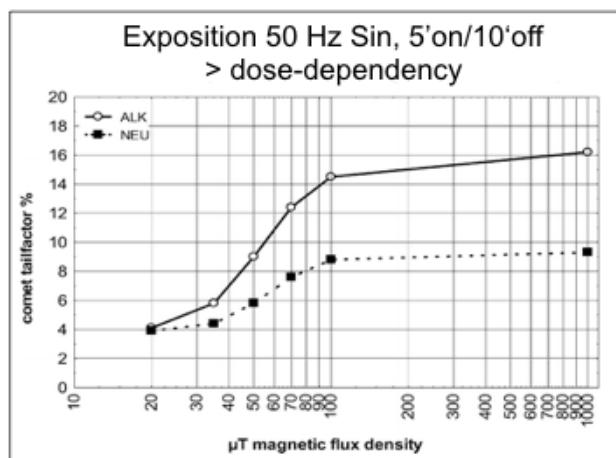
Die “Wiener” Studien: 50 Hz-EMF

Das Experiment: Rüdiger et. al, Vienna, 2003....



Die “Wiener” Studien: 50 Hz-EMF

Beobachtungen in Kometentests: Rüdiger et. al, Vienne 2003,...



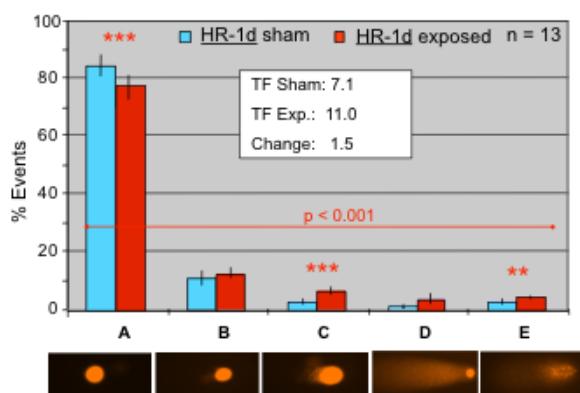
- nur bei intermittierender Exposition !
- Effekte erscheinen verzögert nach 15-16 h
- Effekte sind Zelltyp abhängig !

University of Basel



Replikationsstudie: 50 Hz EMF

1 mT, 50 Hz Sinus, 5'On/10'Off
Kometen, alkalisch



Statistisch Signifikante Effekte bei
1 mT, 50 Hz Sinus, 15 h

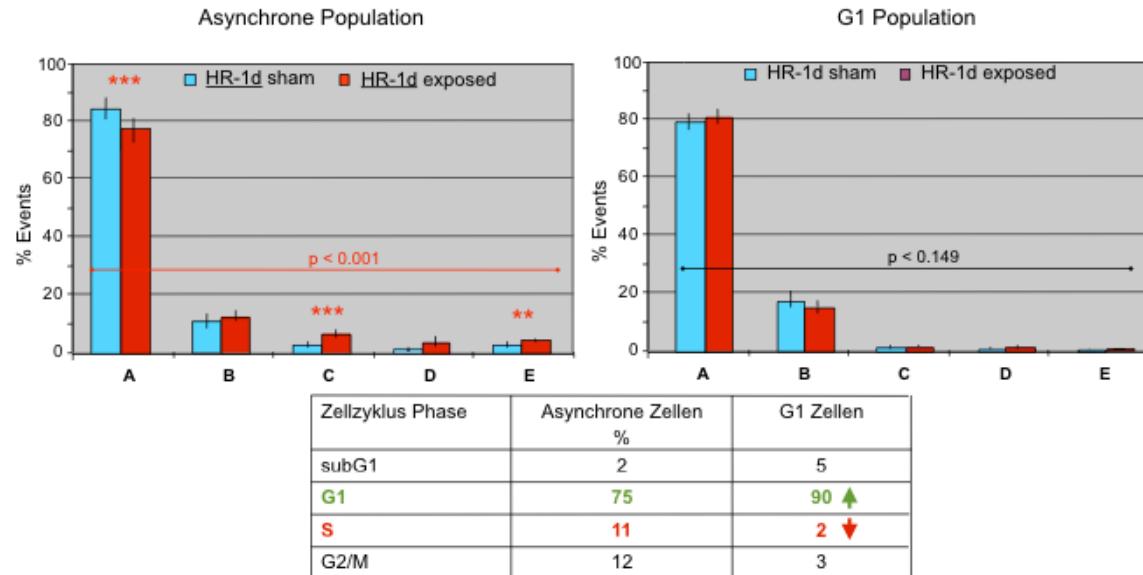
Zelle	Intermittierend exponiert	Kontinuierlich exponiert
HR-1d	yes	no
ES-1	yes	no
MRC5	yes	no
HeLa	no	no

University of Basel



Replikationsstudie: Indirekter Effekt des Zellzyklus

1 mT, 50 Hz Sinus, 15h, 5'On/10'Off - Kometen, alkalisch



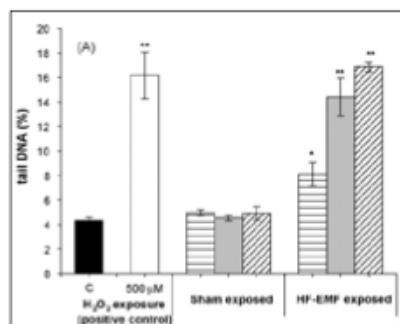
University of Basel

Departement
Biomedizin
Basel

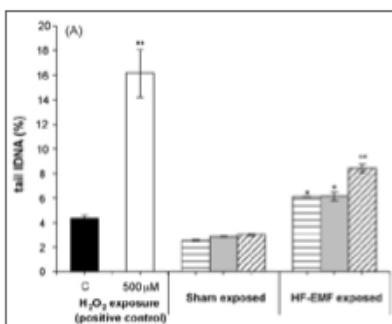
EMF Effekte im RF-Bereich: RF-EMF

Beobachtungen in Kometentests: Franzelliti et al. 201-...

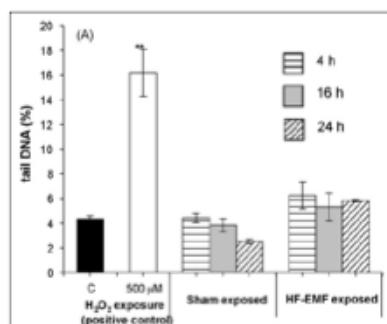
GSM-217Hz: 2W/kg



GSM-talk: 2W/kg



CW: 2W/kg



- Immortalisierte Trophoblasten (HTR-8/SVneo)

University of Basel

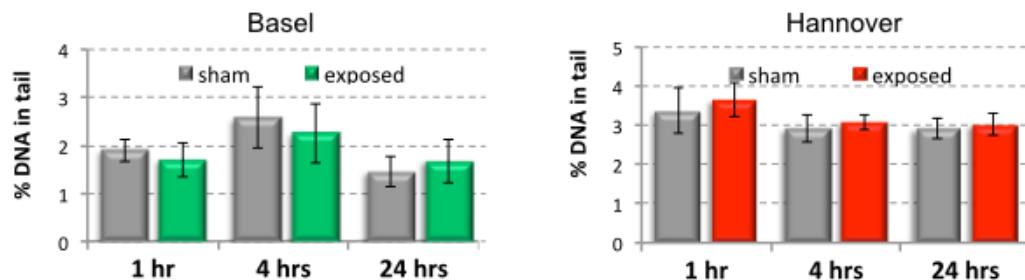
Departement
Biomedizin
Basel

Replikationsstudien: RF-EMF

■ Abklärung gentoxischer Effekte relevanter RF-EMF Signale

- UMTS, GSM, WiFi, RFID, CW
- MRC-5, HTR-8 cells
- Dosis und Zeitabhängigkeit
- Standardisierte Methoden in zwei Laboratorien

HTR-8/SV40 cells: 1.95 GHz, SAR 2 W/kg, GSM-217Hz



University of Basel

 **Fraunhofer**
ITEM

 **IT'IS** FOUNDATION

 Departement
Biomedizin
Basel

Replikationsstudien: RF-EMF

cell type	signal	SAR			Oxidative CA
		0.5 W/kg	2.0 W/kg	4.92 W/kg	
MRC-5	CW		x	x	x
MRC-5	UMTS	x	x	x*	x
MRC-5	GSM-basic		x		
MRC-5	GSM-217Hz		x		
MRC-5	WiFi	x	x	x*	x
MRC-5	RFID			x*	x
HTR-8	GSM-217Hz		x*		x
HTR-8	UMTS			x*	x
HTR-8	WiFi			x*	x

*parallel evaluation in two independent labs

- keine Evidenz für eine in Kometentests messbare DNA schädigende Wirkung von RF-Signalen in Zellkultur

University of Basel

 **Fraunhofer**
ITEM

 **IT'IS** FOUNDATION

 Departement
Biomedizin
Basel

Schlussfolgerungen Gentoxische Effekte

- 50Hz-EMF Exposition zeigt “Effekte” im Kometentest, welche jedoch auf keine direkte Schädigung der DNA hindeuten.
 - RF-EMF Exposition zeigt keine reproduzierbaren Effekte im Kometentest
- > Daten aus kontrollierten Gentoxizitätsstudien deuten darauf hin, dass EMF Exposition keine direkte DNA Schädigung verursacht

University of Basel



und weiter geht es

Cellular Physiology and Biochemistry Cell Physiol Biochem 2015;37:1075-1088
DOI: 10.1159/000400203
Published online: September 25, 2015
Accepted: September 02, 2015
This article is licensed under the Creative Commons Attribution Non-Commercial-NoDerivatives 4.0 International License (CC BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>). Usage and distribution for commercial purposes as well as any distribution of modified material require written permission.

Original Paper

8-oxoG DNA Glycosylase-1 Inhibition Sensitizes Neuro-2a Cells to Oxidative DNA Base Damage Induced by 900 MHz Radiofrequency Electromagnetic Radiation

Xiaoya Wang^a, Chuan Liu^b, Qinglong Ma^b, Wei Feng^b, Lingling Yang^b, Yonghui Lu^b, Zhou Zhou^b, Zhengping Yu^b, Wei Li^b, Lei Zhang^b

BioOne® RESEARCH EVOLVED

Comparison of the Genotoxic Effects Induced by 50 Hz Extremely Low-Frequency Electromagnetic Fields and 1800 MHz Radiofrequency Electromagnetic Fields in GC-2 Cells

Author(s): Weixia Duan, Chuan Liu, Lei Zhang, Mindi He, Shangcheng Xu, Chunhai Chen, Hufeng Pi, Peng Gao, Yanwen Zhang, Min Zhong, Zhengping Yu and Zhou Zhou
Source: Radiation Research, 183(3):305-314.
Published By: Radiation Research Society

bei 3 mT und 4 W/kg SAR; ELF different from RF

OPEN ACCESS Freely available online

PLOS ONE

Cell Type-Dependent Induction of DNA Damage by 1800 MHz Radiofrequency Electromagnetic Fields Does Not Result in Significant Cellular Dysfunctions

Shanshan Xu¹, Guangdi Chen¹, Chunjing Chen¹, Chuan Sun¹, Danying Zhang¹, Manuel Murbach², Niels Kuster², Qunli Zeng^{1*}, Zhengping Xu^{1*}

BioOne® RESEARCH EVOLVED

Comparison of the Genotoxic Effects Induced by 50 Hz Extremely Low-Frequency Electromagnetic Fields and 1800 MHz Radiofrequency Electromagnetic Fields in GC-2 Cells

Author(s): Weixia Duan, Chuan Liu, Lei Zhang, Mindi He, Shangcheng Xu, Chunhai Chen, Hufeng Pi, Peng Gao, Yanwen Zhang, Min Zhong, Zhengping Yu and Zhou Zhou
Source: Radiation Research, 183(3):305-314.
Published By: Radiation Research Society

University of Basel



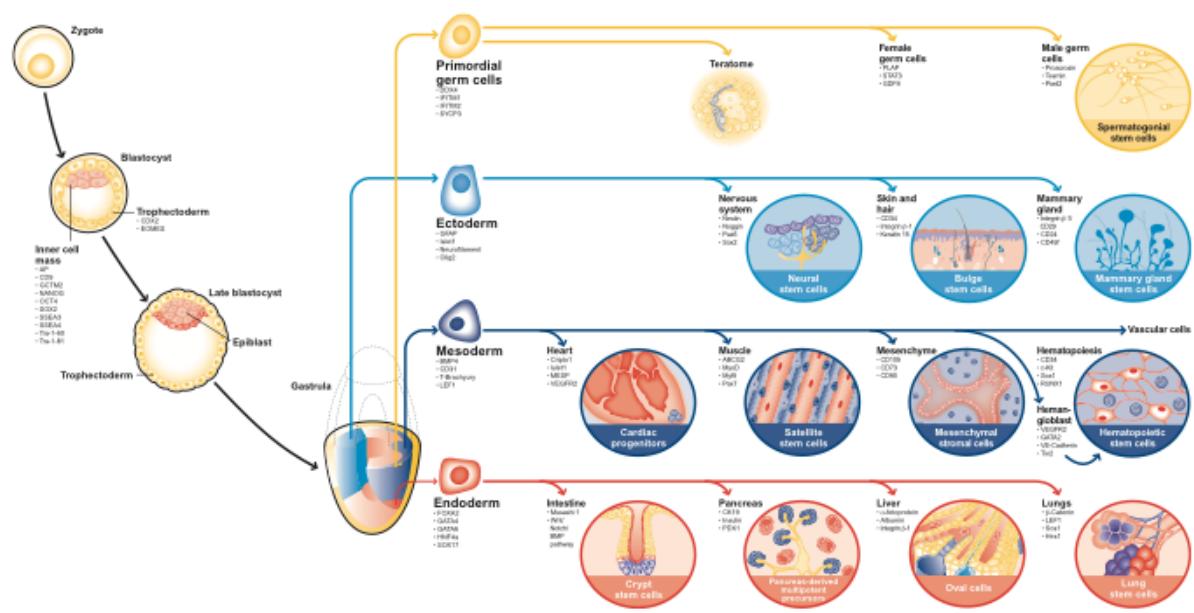
■ Gentoxische Effekte ?

■ Epigenetische Effekte ?

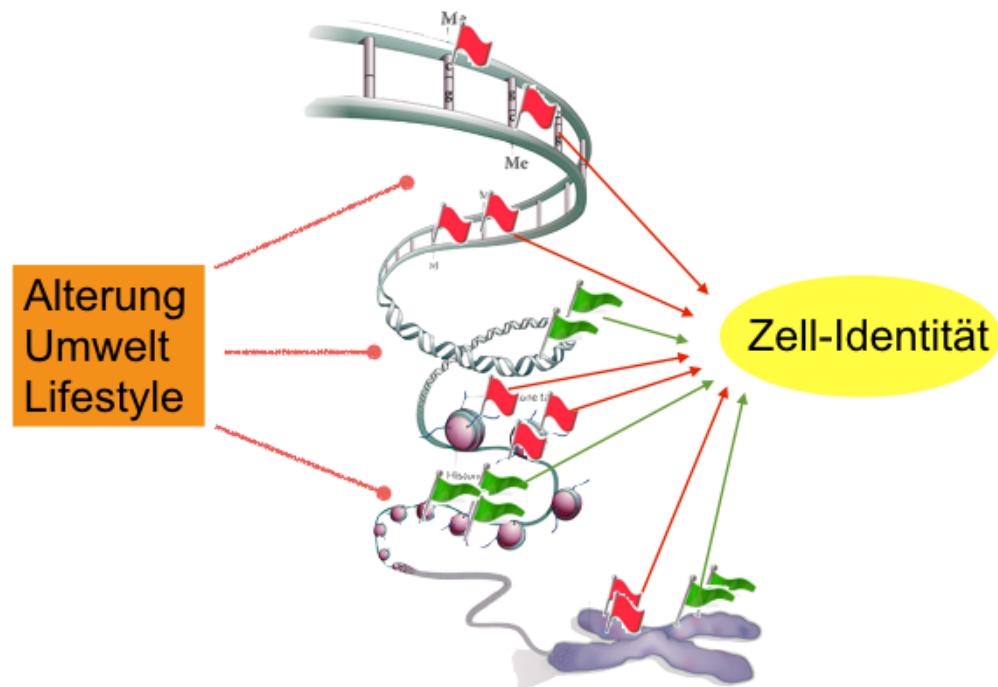
■ Effekte auf Zelldifferenzierung ?

■ Where to go ?

Etwas Epigenetik



Etwas Epigenetik



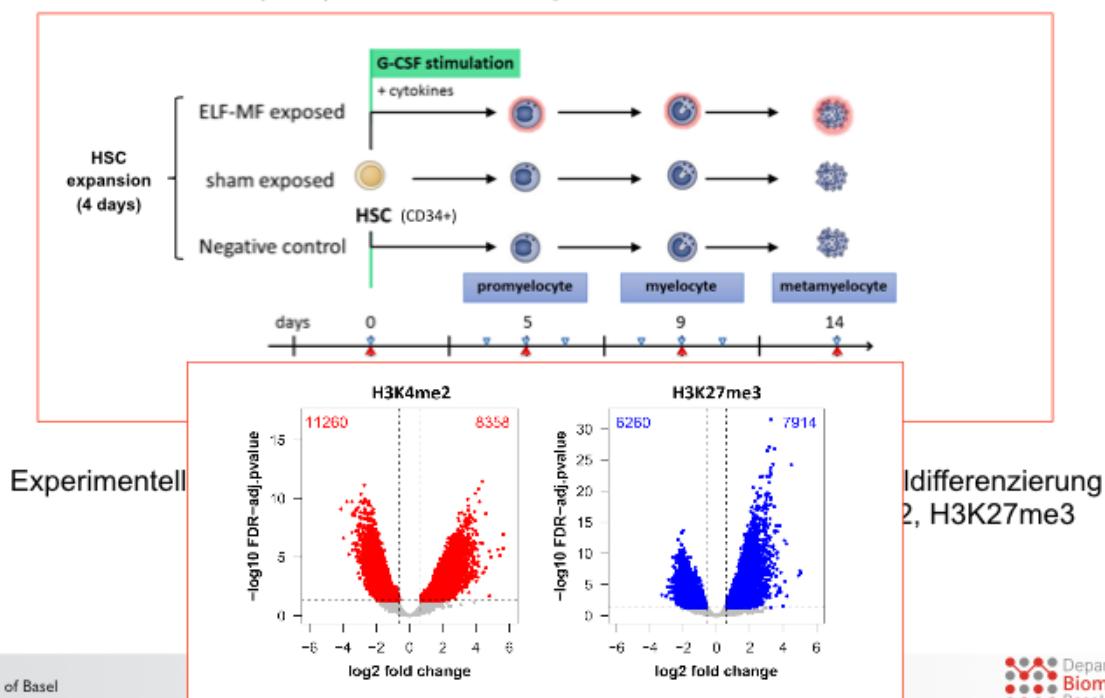
University of Basel

Departement
Biomedizin
Basel

Arimmora

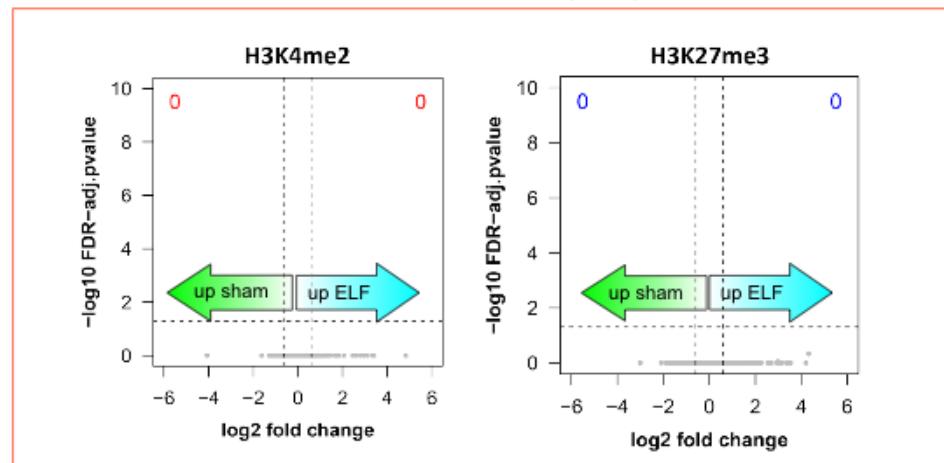
Epigenetischer Effekt auf Zellprogrammierung: ELF-EMF

In vitro Myelozyten-Differenzierung aus humanen Blutstammzellen



Epigenetischer Effekt auf Zellprogrammierung : ELF-EMF

Histon Modifikationen in Myelozyten



- keinen signifikanten Effekt auf die epigenetische Programmierung von Histonmodifikationen

Schlussfolgerungen Epigenetische Effekte

- 50 Hz ELF Exposition zeigt keine Effekte auf die Stabilität wichtiger epigenetischer Modifikationen in Jurkat Leukämie Zellen
 - 50 Hz ELF Exposition zeigt keine gezielten Effekte auf die epigenetische Programmierung in differenzierenden Blutzellen (Myelozyten). Die Exposition beeinflusst jedoch die Reproduzierbarkeit der Programmierung
- > Die Robustheit der Zellprogrammierung unter EMF-Exposition sollte weiter untersucht werden

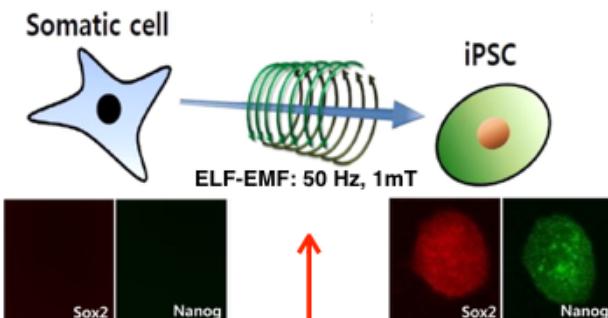
- Gentoxische Effekte ?
- Epigenetische Effekte ?
- Effekte auf Zelldifferenzierung ?
- Where to go ?

Zelldifferenzierung: Reprogrammierung zu Pluripotenz

Electromagnetic Fields Mediate Efficient Cell Reprogramming into a Pluripotent State

Soonbong Baek,[†] Xiaoyuan Quan,[†] Soochan Kim,[‡] Christopher Lengner,[‡] Jung-Keug Park,^{||} and Jongpil Kim^{*,†}

ARTICLE



Regulation von epigenetischen Aktivitäten (MII2)

Zelldifferenzierung: Neuritenwachstum



PLOS ONE

RESEARCH ARTICLE
Extremely Low-Frequency Electromagnetic Fields Promote In Vitro Neuronal Differentiation and Neurite Outgrowth of Embryonic Neural Stem Cells via Up-Regulating TRPC1

Donghai Bi¹, Changle Chen^{1,2}, Ping Deng¹, Gang Zhu¹, Lei Zhang^{1,2}, Mindi He^{1,2}, Yonghui Lu¹, Weixia Duan¹, Liping Pei^{1,2}, Min Li¹, Zhengping Yu^{1,2} & Zhou Zhou^{1,2}

Auch bei ELF-EMF: 50 Hz, 1 mT

OPEN

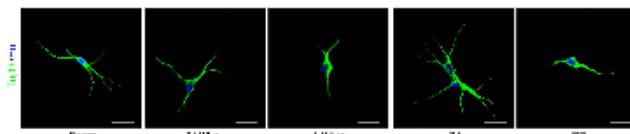
SUBJECT AREAS:
NEURAL PROGENITORS
NEURAL STEM CELLS

Received
17 March 2014

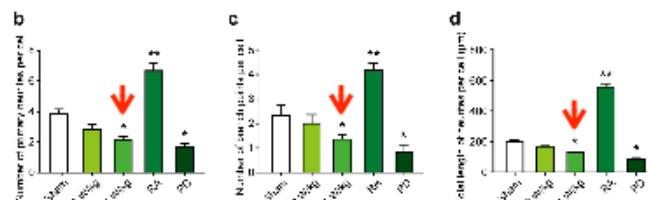
Exposure to 1800 MHz radiofrequency radiation impairs neurite outgrowth of embryonic neural stem cells

Chunhai Chen^{1,2}, Qinlong Ma¹, Chuan Liu¹, Ping Deng¹, Gang Zhu¹, Lei Zhang^{1,2}, Mindi He^{1,2}, Yonghui Lu¹, Weixia Duan¹, Liping Pei^{1,2}, Min Li¹, Zhengping Yu^{1,2} & Zhou Zhou^{1,2}

RF-EMF: 1800 MHz, 4 W/kg



Deregulation epigenetisch
regulierter neuronaler ←
Gene

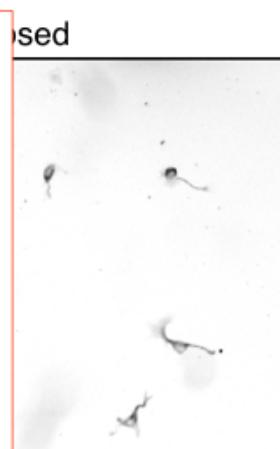
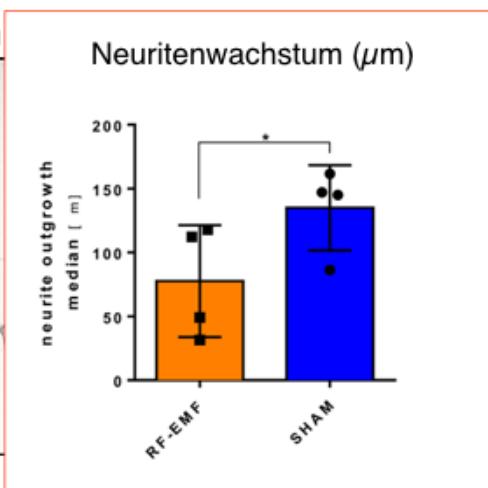
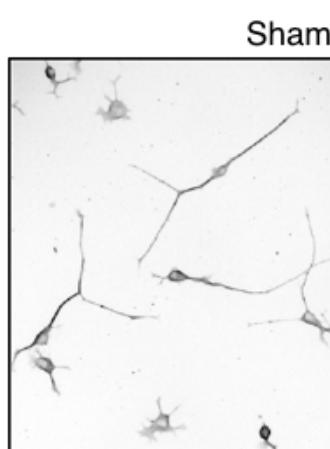


University of Basel

Departement
Biomedizin
Basel

Zelldifferenzierung: Neuritenwachstum

NIE-115 Maus Neuroblastomzellen
GSM-talk RF-EMF exposure; 5/10 min on/off , SAR 4 W/kg



University of Basel

Departement
Biomedizin
Basel

Schlussfolgerungen Epigenetische Effekte

- ELF- und RF-EMF Exposition beeinflussen Zelldifferenzierung und Reprogrammierung
- keine gezielten Effekte auf die epigenetische Programmierung in differenzierenden Blutzellen (Myelozyten). Die Exposition beeinflusst jedoch die Reproduzierbarkeit der Programmierung

> Die Robustheit der Zellprogrammierung unter EMF-Exposition sollte weiter untersucht werden

- Gentoxische Effekte ?
- Epigenetische Effekte ?
- Effekte auf Zelldifferenzierung ?
- Where to go ?

EMF Effekte auf Zellen

- isolierte Beobachtung, oft nicht einfach reproduzierbar
- schwache und variable Effekte
 - Genomstabilität, Zellwachstum, Zelltod
 - Zell Differenzierung und Stammzell-Reprogrammierung
 - Signalübermittlung
- unbekannte Mechanismen

Think Different

- klassisches “radiobiologisches” Phänomen ?

> Neue Forschungsansätze und Methoden notwendig

Topics

- Ko-Expositionen, Ko-Stressor Effekte
- Stammzellfunktion und Zellprogrammierung
- Zell-Zell Kommunikation / Signaltransduktion
- Photorezeptor- / Sensorfunktionen
(Cirkadiane Regulation)

Herzlichen Dank