

# **Einfluss der Mobilfunkbelastung: Retikulozytenreifung und funktionelle Beschwerden**

Peter Germann

Kontakt:

Dr. med. Peter Germann

Köhlerstr. 14

67549 Worms

Tel.: 06241/58437

Fax: 06241/593844,

Email: [dr.peter.germann@t-online.de](mailto:dr.peter.germann@t-online.de)

## **Zusammenfassung**

**Nachdem Ärzte Veränderungen der Retikulozyten bei verstärkt mobilfunkbelasteten Patienten beobachtet hatten, wurden ab 2001 in einer systematischen Erfassung ärztliche Reihenuntersuchungen in Gemeinden und Ortsteilen von Städten durchgeführt, in denen von Bürgerinitiativen eine Teilnahme an dem Projekt organisiert worden war. Ziel der Untersuchungen war anhand der Bestimmung der Reifung und der Absolutzahl der Retikulozyten vor und nach der Inbetriebnahme von neu errichteten Mobilfunksendemasten etwaige Veränderungen zu analysieren.**

**Die Ergebnisse der Analysen von 625 Probanden vor und nach Anschalten eines Mobilfunksenders verdeutlichen, dass markante Unterschiede der absoluten Retikulozytenzahlen auftraten und dass die Verringerung der Retikulozytenzahlen mit 72 % gegenüber einem Anstieg der Retikulozytenzahlen mit 24 % im Vergleich zu 4 % gleichbleibenden Zahlen eher einen Trend zur Verringerung anzeigen dürfte.**

### **Glossar**

MCV = mittleres corpusculäres Volumen

MCHC = mittlere corpusculäre Hämoglobin Concentration

Hb = Hämoglobin

Hkt = Hämatokrit

HFR = high fluorescent reticulocyte

MFR = middle fluorescent reticulocyte

LFR = low fluorescent retikulocyte

gEMF = gepulste Elektromagnetische Felder

DECT Telefone = Digital Enhanced Cordless Telecommunications – digitale, erweiterte schnurlose Telefone mit permanenter Strahlenquelle

W-LAN = wireless LAN, Wireless Local Area Network = lokale, kabellose Netzwerke = Übertragungstechnik z.B. Computernetze,

Bluetooth = drahtlose und schnelle Übertragung von Daten per Funk über kurze Entfernungen (etwa 10 Meter)

## Einleitung

Nachdem Ärzte Veränderungen der Retikulozyten bei verstärkt mobilfunkbelasteten Patienten beobachtet hatten, wurden ab 2001 in einer systematischen Erfassung ärztliche Reihenuntersuchungen in Gemeinden und Ortsteilen von Städten durchgeführt, in denen von Bürgerinitiativen eine Teilnahme an dem Projekt organisiert worden war. Ziel der Untersuchungen war anhand der Bestimmung der Reifung und der Absolutzahl der Retikulozyten vor und nach der Inbetriebnahme von neu errichteten Mobilfunksendemasten etwaige Veränderungen zu analysieren.

Als ungeplante Beobachtung fanden sich in einigen Laboratorien auch eine engere Verbindung zwischen Mobilfunkbelastung und der MCHC (mittlere corpuskuläre Hämoglobin-Konzentration).

Der Ansatz, dass gepulste Elektromagnetische Felder (gEMF) analog zu Effekten ionisierender Strahlen auf das Knochenmark ebenfalls Wirkungen am blutbildenden System zeitigen, erscheint zumindest theoretisch nicht abwegig. Immerhin konnte in Praxis und wissenschaftlicher Forschung ein Zusammenhang zwischen Leukämien bzw. Blutbildveränderungen und Belastungen mit pulsierenden hochfrequenten und niederfrequenten Feldern hergestellt werden (1, 2, 14, 16).

Neuere Forschungsergebnisse sowohl auf der Basis der Daten der REFLEX-Studie (4) als auch der TNO-Studie (5) lieferten weiteren Aufschluss über biologische Wirkungen. Außerdem können synergistische Wirkungen (3) mit zusätzlichen umweltbedingten toxischen, metabolischen und psychischen Belastungen in Verbindung mit physikalischen Einflüssen als begründet angenommen werden.

Die hier vorgenommenen Untersuchungen stellen einen Ansatz dar, die Hypothesen generierende Basis für weitere, großangelegte Studien zu bilden, in denen die Langzeitwirkungen hochfrequenter gepulster Felder auf regulatorische Funktionen des menschlichen Organismus fundierter bewertet werden sollten.

Diese biologischen Wirkungen werden aus „wissenschaftlichen Gründen wegen fehlender Wirkungsmechanismen“ vom BfS (Bundesamt für Strahlenschutz), von der Forschungsgemeinschaft Funk, vom SSK (Strahlenschutzkommission des Umweltministeriums) und deshalb auch vom BGH (Bundesgerichtshof) zur Zeit ausgeschlossen (6, 7, 8, 9).

In seinem Urteil vom 13. Februar 2004 formulierte der BGH, dass eine Exposition durch athermische Wirkungen nichtionisierender Strahlung demnach von jedermann zu dulden ist, da gesundheitliche Auswirkungen wissenschaftlich nicht nachgewiesen seien. Ob geringe Beeinträchtigungen zu dulden sind, hänge vom „Empfinden eines verständigen Durchschnittsmenschen“ ab!

Neben DECT Telefonen, W-LAN, Bluetooth, Mobilfunksendern und Handys werden neue Techniken eingeführt, die ebenfalls zunehmend die physikalische Umgebung in der Umwelt und in Innenräumen messbar verändern wie z.B. digitales Radio und Fernsehen.

Deren Summationseffekt auf die kybernetischen Regelkreise im Zentralnervensystem, demnach auch auf diejenigen des blutbildenden Systems des Menschen, bedarf einer gewissenhaften Prüfung. Wirkungen sind in zahlreichen Untersuchungen bei Tieren, unterschiedlichen Geweben und auf Zellebene gefunden worden (10).

In der nun vorgestellten Studie wird die zum gegenwärtigen Zeitpunkt bestehende biologisch plausible Möglichkeit diskutiert, dass zum Nachweis eines gesundheitlichen Schadens durch Mobilfunk bzw. einer Dauerbelastung mit gEMP die Retikulozytenreifung und evtl. das MCHC als generell zuverlässige Parameter herangezogen werden könnten.

## **Methoden**

Die Analysen wurden in verschiedenen Laboratorien durchgeführt, die standardisierte und validierte Abläufe garantierten.

Allerdings schwankten die Normbereiche bei zwei Laboren deutlich, wobei aber die Analysenzahl deutlich geringer waren oder nur die Gruppe der Kinder betroffen war. Dennoch wurden diese Analysen in die Bewertung einbezogen.

Insgesamt 1.232 Personen ließen jeweils vor und 625 nach Inbetriebnahme /Einschalten des Senders ihr Blut für diese Bestimmung abnehmen. Die zweite Blutentnahme erfolgte in einem Abstand von 6 - 12 Monaten. Stets lag ein schriftliche Einverständniserklärung der Probanden vor.

Die Blutentnahmen erfolgten zu einem bestimmten Termin bei Einzelpersonen, Familien oder Gruppen bis 40 Personen. Es wurde sichergestellt, dass die Proben mittels Kurier innerhalb von 6 Stunden im Bestimmungslabor eintrafen. Dort wurden zumeist über das Sysmex Gerät I die relevanten Parameter Erythrocytenzahl, Retikulocytenzahl, deren Reifungsstadien LFR (low fluorescent reticulocyte), MFR (middle fluorescent reticulocyte) und HFR (high fluorescent reticulocyte), MCV (mittleres corpusculäres Volumen), MCHC (mittlere corpusculäre Hämoglobin Concentration), Hb (Hämoglobin), Hkt (Hämatokrit), Leukocytenzahl mit Differenzierung inklusive Monocytenzahl und Thrombocytenzahl gemessen.

Mittels Fluoreszenstechnik ist der Anteil an basophilen Einschlüssen (Granula) im Retikulocyten messbar. Mit der Reifung des Retikulocyten kommt es zu einer Abnahme dieser basophilen Granula, so dass zu Beginn der Reifung HFR, MFR und 4 Tage später LFR zu erkennen und quantifizierbar sind.

Im Verlauf der Jahre 2001-2005 wurden Eingangsdaten von 20 Gruppen im gesamten Bundesgebiet zusammengeführt, deren regionale Organisatoren vor der Durchführung der Analysen angeleitet worden sind. Meist handelte es sich in den Gruppen um männliche und weibliche Erwachsene, der Anteil von Kindern lag bei 5-10 %. Über 90 % der Proben stammen von Personen aus ländlichen Gebieten Bayerns, Hessens und Niedersachsens.

Die Daten wurden nach entsprechender Aufklärung der Personen an den blutabnehmenden Arzt versendet und über die Initiatoren verschlüsselt zu einer Sammelstelle geschickt.

## **Ergebnisse**

### 1. Quantitative Auswertungen der Blutbefunde

Vor Einschalten des Senders wurde eine Gesamtzahl von 1.232 Personen erfasst, die Nachkontrolle nach Einschalten des Senders wurde dann nur noch von 625 Personen durchgeführt.

Anschließend folgen die Werte nur für die Gruppen, bei denen ein direkter individueller Vergleich vor und nach Senderbetrieb möglich war. Die anderen Gruppen wurden aus dieser Untersuchung herausgenommen. Deshalb finden sich nur noch 14 von den ursprünglichen 20 Gruppen vor.

Hierbei ist also die Anzahl der Messungen vor und nach Einschalten der entsprechenden Sender gleich.

Die Werte für die erste Blutentnahme vor Inbetriebnahme des Senders zeigt Tab. 1.

	Retikuloocyten [‰]	LFR [%]	MFR [%]	HFR [%]
n = 1.232	11,53	92,26	6,49	1,20

**Tab. 1: Mittelwerte der Retikuloocytenzahl und deren Reifungsstadien vor Einschalten eines Mobilfunksenders**

Die Retikuloocytenzahl wird in Promille ( 7 – 15 ) der gesamten Blutzellen bzw. mit einem Normbereich von 35 000 bis 75 000 / $\mu$ l Blut angegeben. Der Anteil der jeweiligen Reifungsfraktionen wird prozentual (Summe = 99,95 %) angegeben.

Die von allen Labors gefundenen Basisdaten werden als Erwartungswert zu Grunde gelegt und repräsentieren die Normwerte der Allgemeinbevölkerung.

Zahlreiche Abweichungen vom erwarteten „normalen“ Blutbild bestanden in Veränderungen der Leukocyten, Erythrocyten, des Hb-und Hkt-Wertes, aber auch Abweichungen der Monocyten- und der Thrombocytenzahlen im Differentialblutbild wurden beobachtet.

Anzahl der Personen	Retikuloocyten [‰]	LFR [ % ]	MFR [ % ]	HFR [ % ]
n = 728 <b>VOR</b>	11,07	92,91	5,93	0,99
N = 625 <b>NACH</b>	8,92	93,28	5,53	0,52

**Tab. 2: Mittelwerte der Retikuloocytenzahl und deren Reifungsstadien vor ( 728 Personen ) und nach ( 625 ) Einschalten eines Mobilfunksenders bei 14 vergleichbaren Gruppen**

Wenn der Erwartungswert vor Sendebetrieb zu Grunde gelegt wird, ist eine deutlich erkennbare Verringerung der Retikuloocyten von 11,07 o/oo ( bzw. 11,53 ‰ wenn die große Anfangsgruppenszahl von 1232 Personen vorausgesetzt wird ) auf 8,92 o/oo gefunden worden. Der LFR blieb stabil, die anderen Retikuloocytenfraktionen verringerten sich ebenfalls leicht.

Im Vergleich der Individuen in den einzelnen Gruppen, die eine Untersuchung vor und nach Beginn der Sendeleistung durchgeführt hatten, zeigt sich, dass individuell sowohl eine Verringerung als auch eine Erhöhung der Retikuloocyten erfolgte (Tab. 3).

Gruppe Nr.	Personenvor (n)	nach		Verringerung	Erhöhung	gleichbleibend
		Einschalten	Einschalten			
1	52	9,94	7,21	44	4	4
2	25	8,9	7,23	21	4	0
3	83	9,3	7,54	83	0	0
4	63	15,7	8,9	26	34	3
5	57	9,63	7,54	54	3	1
6	63	9,84	10,64	62	1	1
7	23	7,57	10,78	5	16	2
8	49	9,18	9,0	23	16	10
9	12	12,9	8,92	10	1	1
10	68	26,60	10,54	37	29	2
11	75	9,09	8,34	46	27	2
12	16	9,68	8,58	11	5	0
13	9	7,75	9,48	4	5	0
14	30	9,03	10,2	23	5	2
Gesamt	625	155,91	112,8	449	150	26
Mittelwerte bzw. %		<b>11,07</b>	<b>8,92</b>	<b>72%</b>	<b>24%</b>	<b>4%</b>

**Tab. 3: Vergleich der Entwicklung der Retikuloctytenzahl vor und nach Einschalten eines Mobilfunksenders bezogen auf die einzelnen Individuen der jeweiligen Gruppen**

Die Zahlen verdeutlichen, dass markante Unterschiede der absoluten Retikuloctytenzahlen auftraten und dass die Verringerung der Retikuloctytenzahlen mit 72 % gegenüber einem Anstieg der Retikuloctytenzahlen mit 24 % im Vergleich zu 4 % gleichbleibenden Zahlen eher einen Trend zur Verringerung anzeigen dürfte.

Da die Messwerte der Gruppe 10 von zwei verschiedenen Laboratorien untersucht wurden und die Messwerte vor der Inbetriebnahme überdurchschnittlich hoch waren, wohingegen die Werte nach der Inbetriebnahme stark abfielen, wird diese Gruppe, die ausschließlich aus Kindern bestand, in den weiteren Auswertungen nicht weiter aufgeführt.

Um Einflüsse von außen, wie Ernährung, Beruf, häusliches Umfeld mit z.B. DECT-Telefonen, Krankheiten oder Störungen anderer Art zu minimieren, wurden die Gruppen in Bezug auf die individuellen Personen vor und nach Einschalten der Sender verglichen.

Dabei handelte es sich um 625 Personen in 14 Gruppen, die in ähnlicher privater und beruflicher Situation nach einem Jahr wieder untersucht wurden. Hier zeigte sich im Verhältnis zu den Gesamtgruppen, die eben nicht individuell vorher und nachher zu vergleichen waren, deutliche Veränderungen der absoluten Retikuloctytenzahl (11,07 gegenüber 8,92 Promille) und vor allem der Zahl der Personen mit verringerter Retikuloctytenzahl. Bei 72% der Personen fand sich eine Verringerung, bei 24% eine Erhöhung der Werte.

## 2. Verteilung der Symptome

Die Analyse der 5 Personengruppen mit gleichen Fragebögen vor und nach der Belastung auf zahlreiche Symptome ergab eine Reihe zusätzlicher Beobachtungen. Die anderen Gruppen wendeten insgesamt 4 unterschiedliche Fragebögen an, so dass einzelne Gruppen vor und nach Einschalten des Senders unterschiedliche Bögen benutzten.

Es zeigten sich deutliche Unterschiede in der Differenzierung der Symptome, sodass eine einheitliche Bewertung schwierig war. Auch ist anzunehmen, dass es Personen gab, die nach Einschalten des oder der Sender Maßnahmen zum Schutz gegen die Belastung einleiteten, so dass die vorher angegebene Symptomatik sogar verringert angegeben wurde. Andererseits können Personen nach Einschalten des Senders Symptome wahrgenommen haben, die vorher schon bestanden, aber bis dahin wenig Beachtung fanden.

So lassen sich Phänomene erklären, dass z.B. in einer sehr engagierten Gruppe die Symptome nach Einschalten geringer waren und dennoch die Situation als verschlechtert empfunden und dokumentiert wurde.

Bei Einsatz des gleichen Fragebogens zeigten eine Vielzahl von Symptomen allerdings eine deutliche Verschlechterung mit einem Anstieg der Symptomhäufigkeit auf das bis zu **4-fache**.

Trotz Inhomogenität der Fragebögen, ergaben sich bei folgenden Symptomen relevanten Veränderungen im Sinne einer Zunahme der Beschwerdehäufigkeit :

### Schlafstörungen um 7 %

### Kopfschmerzen um 14 %

Orte	Personen	Schlafstr.	Kopfschm	Inn.Unruhe	Antriebstr.	Ged.Konz.	Verspann.	Sehstr.
1	83	10	6	3	4	3	11	5
2	27	8	7	10	6	9	19	6
3	106	27	16	43	37	53	63	28
4	24	1	1	2	2	1	4	-
5	45	12	16	9	6	16	15	5
Summe	285	58	46	67	55	72	102	44
%		<b>20,4</b>	<b>16,1</b>	<b>23,5</b>	<b>19,3</b>	<b>25,3</b>	<b>35,8</b>	<b>15,4</b>

**Tab. 4: Symptomliste vor Einschalten eines Senders von 5 vergleichbaren Gruppen**

Orte	Personen	Schlafstr.	Kopfschm	Inn.Unruhe	Antriebstr.	Ged.Konz.	Verspann.	Sehstr.
1	83	23	27	16	12	9	23	12
2	25	7	4	4	4	4	-	4
3	56	15	20	18	20	20	-	5
4	24	5	5	5	5	6	-	5
5	30	10	9	3	6	8	14	2
Summe	218	60	65	46	47	47	48	23
%		<b>27,5</b>	<b>29,8</b>	<b>21,1</b>	<b>21,6</b>	<b>21,6</b>	<b>22,0</b>	<b>10,6</b>

**Tab. 5: Symptomliste nach Einschalten eines Senders derselben Gruppen wie in Tab. 4**

Beschwerden wie Innere Unruhe, Antriebsstörung, Gedächtnis- und Konzentrationsstörungen, Sehstörungen, Verspannungen und Sehstörungen zeigten bei einem Vergleich von 5 Gruppen, die vergleichbar bezüglich der Fragebögen waren, teils Verschlechterungen (Antriebsstörungen), teils aber auch Verbesserungen, meist aber keine Veränderung der Symptome.

Grundsätzlich ist bemerkenswert, dass **vor** Einschalten eines Senders z. B. 20,4 % der Personen Schlafstörungen, 16,1% Kopfschmerzen, 23,5 % innere Unruhe, 19,3 % Antriebsstörungen, 25,3 % Gedächtnis- und Konzentrationsstörungen, 35,8 % Verspannungen und 15,4 % Sehstörungen angaben.

Solche Befunde bestätigen Beobachtungen aus früheren bevölkerungsbezogenen Erhebungen. So ergab sich aus der Erfassung von Schlafstörungen in der Herz-Kreislauf-Präventionsstudie für 1998 in Nordbremen im Durchschnitt ein Anteil von 22 % Schlafstörungen auch vor Beginn der Mobilfunkära.

## Diskussion

Die Ergebnisse der Retikulozytenuntersuchungen an 1232 bzw. 625 Patienten weisen auf **Effekte am Menschen durch pulsierende EMF hin**, wie sie auch in der wissenschaftlichen Literatur in vitro und in vivo gefunden werden konnten.

In der ersten großen Gruppe vor Einschalten der entsprechenden Anlagen lag der Mittelwert der Retikulozyten bei 11,53 Promille, bei der kleineren Kontrollgruppe nach durchschnittlich einem Jahr nach Einschalten der Sender bei 8,92 Promille, bei den gleichen Personen ergab sich eine Verringerung von 11,07 gegenüber 8,92 Promille.

In dieser Zusammenstellung ging es zunächst um den allgemeinen Nachweis eines Effektes, gleichgültig, ob für die Gesundheit positive oder negative Konsequenzen bestehen.

Der „wissenschaftliche Nachweis“ einer biologisch plausiblen Wirkung steht als **Zielgröße** zwar im Vordergrund, doch kann die hier vorliegende Analyse lediglich als **Orientierungsuntersuchung** für weitere, methodisch aufwändigere Studien gelten. Im Verlauf der Zusammenstellung der heterogenen Beobachtungen wurde offenbar, dass andere Einflussfaktoren erhoben und noch diskutiert werden müssen, die letztlich bei einem adäquaten Studiendesign Berücksichtigung finden sollten. Die Bewertung der jetzigen Ergebnisse ist diesbezüglich als vorläufig und lediglich orientierend zu sehen.

Kritisch wird daher nach wie vor die Tatsache bewertet, dass im Vorfeld der Einführung bzw. in der aggressiven Verbreitungspolitik einer solchen Technik keinerlei adäquate Begleitforschung über die Verträglichkeit zumindest bei empfindlichen Personen und vor allem bei Kindern durchgeführt wurden.

So fanden wir einen Rückgang der Retikulozytenzahl nach einer meist einjährigen Belastungsphase, die teilweise auch bei den Fraktionen (MFR und HFR) der Retikulozyten zu beobachten war. Auch der MCHC fiel als Parameter bei einer großen Zahl von Personen auf, gleichwohl konnten bei der Gesamtheit der Personen/Gruppen keine signifikanten Effekte nachgewiesen werden.

Abschließend bleibt festzuhalten, dass es Veränderungen auf der Ebene der Blutbildung gibt, die bei Kindern noch ausgeprägter zu beobachten sind, als bei älteren oder alten Menschen. In der Gruppe 11 z.B. wurde erkennbar, dass Kinder und Jugendliche deutlicher auf die Expositionen reagierten, als die bis 1960 geborene ältere Generation. Da der Anteil Kinder an den Probanden insgesamt sehr klein ist (meist nur 5-10 % innerhalb der Gruppen), kann eine derartige Beobachtung nur als Hinweis gelten.

Die Tatsache, dass bei Kindern unter 4 Jahren die 2. Blutentnahme häufiger nicht möglich war als bei der ersten, weist auf einen möglichen Zusammenhang zwischen der **EMF-Belastung und der Gerinnung** hin.

Kinder reagieren in ca. 80 % der Fälle, während Erwachsene zu ca. 70 % und alte Menschen kaum bis gar nicht auf die Strahlungsbelastungen reagieren. Dabei ist es gleichgültig, ob es zu einer Erhöhung oder Verringerung des Retikulozytenwertes kommt, sondern es geht hier um die Veränderung an sich.

In früheren Untersuchungen wurden bereits biologische Effekte an **Lymphocyten** (1), an **Granulocyten** (14), am **Knochenwachstum** (13, 15) und im **Knochenmark** (16) nachgewiesen, wobei die Reaktionen nicht einheitlich in eine Richtung gingen. Derartige Schwankungen sind von intrazellulären und interzellulären physiologischen und neurophysiologischen **Regelkreismechanismen** bekannt und es dürfte biologisch plausibel sein, dass im Knochenmark bei der Entwicklung der Blutkörperchen ähnliche Veränderungen auftreten.

Die letztlich zu Grunde liegenden Ursachen der gegenläufigen Knochenmark-Reaktionen mit Erhöhung oder Verringerung der einzelnen Blutparameter, wie auch der physiologischen Wirkungen im Nervensystem bleiben noch ungeklärt. Weshalb manche Personen/ Gruppen mit einem Anstieg und andere mit einem Abfall der Retikulozytenzahlen bzw. der Reifungsstadien reagieren, lässt sich somit zur Zeit nicht beantworten. Die zahlreichen Strahlungsquellen, die unterschiedlichen Ausbreitungscharakteristika, Summationseffekte, Überlagerungen und Reflektionen sind ausgesprochen vielfältig und könnten an verschiedenen Regelkreisen, aber auch an unterschiedlichen Geweben wirken.

In kommenden Untersuchungen, die Anspruch auf Verallgemeinerungsfähigkeit der Ergebnisse stellen, ist der Einfluss anderer physikalischer und chemischer Faktoren, die spezifisch in den Geweben des Nervensystems und des Knochenmarkes wirken und wechselweise eine Reaktion modulieren können, zu berücksichtigen.

Der Vergleich der Messergebnisse bei einzelnen Personen vor und nach Einschalten des Senders lässt jedoch eine Bewertung der Ergebnisse zu, da der intraindividuelle Effekt ausgezeichnet erfasst werden konnte, während andere Parameter praktisch gleichgeblieben sein dürften. (Ernährung, Reinigungsmittel im Haushalt, Duftstoffe etc.).

Auch die Frage, wie viele Personen schon ein DECT Telefon hatten und wie lange dies schon auf die Menschen einwirkte, zumal der 24-Stunden-Betrieb in nächster Nähe wahrscheinlich langfristig einen anderen oder auch einen stärkeren Effekt hat, als ein Sender oder ein Handy, ist nur marginal von Interesse, da die persönliche Exposition gleich geblieben war. Nur wenige Personen haben Konsequenzen gezogen und im Laufe der Untersuchung die DECT-Apparate entfernt.

Kritisch betrachtet werden muss allerdings die Tatsache, dass bei wenigen Gruppen unterschiedliche Bedingungen vorlagen bei der Blutentnahme, beim Transport und auch die Analysen in verschiedenen Laboratorien mit zum Teil unterschiedlichen Geräten vorgenommen wurden.

Dennoch zeigen die Werte der gesamten ersten Blutentnahme einen recht homogenen Mittelwert jedes einzelnen Parameters. Diese Werte können als Ausgangswerte für die weitere Betrachtung und Beurteilung von Einzelpersonen und Familien eingesetzt werden, um den Effekt einer chronischen Belastung mit gEMF anzunehmen.

Bei der Beurteilung von Einzelpersonen mit vielfältigen umweltmedizinisch relevanten Störungen und Erkrankungen fallen konsistent diejenigen auf, die eine langjährige EMF-Exposition berichteten.

Die Beteiligung an diesen Untersuchungen bringt Selektionseffekte mit sich, so dass weitere Untersuchungen mit Ausschluss von Verzerrungseffekten notwendig sind, bevor endgültige Schlussfolgerungen gezogen werden können.

Biologisch plausibel ist bei der Hämoglobinsynthese und dessen Einbau, dass bei den Vorstufen der Erythrozyten, also den Retikulozyten, Veränderungen durch elektromagnetische Phänomene aufgetreten sein könnten.

Wir wissen, dass die Tertiär- und Quartärstruktur von Molekülen durch elektromagnetische Kräfte zustande kommt, sodass eine Störung derselben durch gEMF möglich erscheint und ihren Ausdruck in einer Veränderung der o.g. Parameter finden kann.

Das würde bedeuten, dass der Retikulozytenreifungstest durchaus als stabiler Parameter zu beurteilen ist.

## Nachweise

- (1) MARINO AA(A); WOLCOTT RM; CHERVENAK R; JOURD'HEUIL F; NILSEN E; FRILOT C II (2001): Nonlinear determinism in the immune system. In vivo influence of electromagnetic fields on different functions of murine lymphocyte subpopulations. *Immunological Investigations* 30(4): 313-334.
- (2) ROTKOVSKÁ D; VACEK A (1972): Effect of high-frequency electromagnetic field upon haemopoietic stem cells in mice. *Folia biologica* 18 (4): 292-297.
- (3) FRANCESCHI C; EIVERSON R (1989): Effect of low frequency low energy pulsing electromagnetic field (PEMF) on X-ray-irradiated mice. *Experimental hematology* 17(2): 88-95.
- (4) ADLKOFER et al. (2004): REFLEX: Risk Evaluation of Potential Environmental Hazards from Low Energy Electromagnetic Field Exposure Using Sensitive *in vitro* Methods.
- (5) ZWAMBORN APM et al. (2003): Effects of Global Communication System radiofrequency fields on well being and cognitive functions of human subjects with and without subjective complaints. TNO Physics and Electronics Laboratory, Netherlands.
- (6) Forschungsprojekte zur Wirkung elektromagnetischer Felder des Mobilfunks, Tagungsbericht des 2. Fachgesprächs, Bundesamt für Strahlenschutz ( BfS ), Sept.2003
- (7) FGF( Forschungsgemeinschaft Funk ), [info@fgf.de](mailto:info@fgf.de), [www.fgf.de](http://www.fgf.de)
- (8) Grenzwerte und Vorsorgemaßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor elektromagnetischen Feldern. SSK-Bericht, 2001
- (9) BGH Urteil vom 13.2.2004, V ZR 218/03
- (10) MATSUNAGA S; SAKOU T; IJIRI K (1996): Osteogenesis by pulsing electromagnetic fields (PEMFs): optimum stimulation setting. *In vivo* 10 (3): 351-356.
- (11) TROSIC I; MATAUSICPISL M; RADALJ Z; PRLIC I (1999): Animal study on electromagnetic field biological potency. *Arhiv za higijenu rada I toksikologiju* 50(1): 5-11.
- (12) MISHIMA S (1988): The effect of long-term pulsing electromagnetic field stimulation on experimental osteoporosis of rats. *Journal of UOEH* 10(1): 31-45.
- (13) VAN DEN HEUVEL R; LEPPENS H; NEMETHOVA G; VERSCHAEVE L (2001): Haemopoietic cell proliferation in murine bone marrow cells exposed to extreme low frequency (ELF) electromagnetic fields. *Toxicology in Vitro* 15(4-5): 351-355.
- (14) ZHANG YW, ZHANG GB, TIAN W. ZHOU Z., WEI SHENG YAN (2005): Effects of electromagnetic radiation in metropolis environment on teenagers' electrocardiogram and blood cells. *Jiu* 34(1): 43-45.

