

<b>Erstellungsdatum:</b>	12.04.2021	<b>Redaktion:</b>	Rainer Englert
<b>Sendung Nr:</b>	??		DF2NU
<b>Sendung KW:</b>			Dorfstr. 14
<b>Autor:</b>	Rainer Englert		D-85567 Bruck-Alxing
<b>Quelle:</b>	Prof. Dr. Ulrich Rohde	<b>Telefon:</b>	+49 (0)8092 83246
<b>Sende-Rubrik:</b>	Technik-Ecke	<b>Fax:</b>	+49 (0)8092 83247
<b>Zeichen:</b>	1500	<b>Mobil:</b>	+49 (0)175 2205650
<b>Lesezeit ca:</b>	10:20 min	<b>Email:</b>	radio@dar.c.de

## Interview mit Prof. Dr. Ulrich Rohde DJ2LR / N1UL

### 1) Einleitung

Auf Vorschlag des Bayerischen Ministerpräsidenten Dr. Markus Söder (CSU) hat der Bundespräsident das Verdienstkreuz der Bundesrepublik Deutschland am Bande an den bekannten Professor, Unternehmer und Funkamateurl Prof. Dr.-Ing, Ulrich Rohde, DJ2LR, verliehen. Der Bundespräsident würdigt mit dieser Verleihung die großen Verdienste von DJ2LR auf den Gebieten der Hochfrequenz- und Mikrowellentechnik.

Professor Rohde ist Miteigentümer des bekannten Elektronik-Unternehmens Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG. Er hält zahlreiche Patente und auch wissenschaftliche Auszeichnungen, sowie Veröffentlichungen mehrerer Lehrbücher – davon 3 in diesem Jahr. Die Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG ist ein weltweit tätiger Technologiekonzern mit über 13.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern.

Dr. Ulrich Rohde gilt auch als der Erfinder der SDR-Technik, die er in einer Konferenz erstmals im Jahr 1985 vorgestellt hat. Auch ist Prof. Rohde der wohl bekannteste Funkamateurl Deutschlands und besitzt die Rufzeichen DJ2LR, HB9AWE bzw.in N1UL und ist Mitglied im DARC Ortsverband München-Süd C18.

Er ist heute bei uns bei RADIO DARC zu Gast.

1)

**Nun, herzlichen Glückwunsch zu dieser hohen Auszeichnung. Wie fühlt man sich da?**

*Antwort: Ich bin sehr überrascht und fühle mich geehrt.*

2)

**Sie sind neben Ihrer Tätigkeit als Unternehmer auch als Wissenschaftler und Professor tätig. Was sind Ihre sonstigen Forschungsgebiete?**

*Antwort:*

*Ich betreue zurzeit einige Dr. Arbeiten auf dem Gebiet der Hochfrequenz Nachrichten Technik, speziell zum Thema rauscharme Oszillatoren.*

3)

**Herr Professor, Sie gelten als einer der Pioniere der SDR-Technik, also der Signalverarbeitung per Software. Diese ist heute der allgemein akzeptierte Standard in der Telekommunikation geworden. Wie kam es zu diesem wichtigen Meilenstein der Technik?**

*Antwort:*

*Schuld daran war meine Aufgabenstellung bei RCA. Wir mussten einen besseren Kurzwellenempfänger bauen. Es war eigentlich ein reines Zufall Produkt.*

4)

**Auch aus dem Amateurfunk ist ja mittlerweile die SDR-Technik nicht mehr wegzudenken. Welche Perspektiven hat das für die Gemeinschaft der Funkamateure eröffnet?**

*Antwort:*

*Verwirrung – ein SDR Empfänger ist immer schlechter als die traditionelle Lösung mit dem analogen Eingangsteil. Die Lösung ist ein Hybrid wie z.B. der XK 4100 von Rohde und Schwarz oder auch der 8751 von ICOM. Das Beste beider Welten.*

5)

**Welche Verbesserungen der SDR-Technologie wären denn noch vorstellbar?**

*Antwort:*

*Meines Erachtens ist zwingend zu unterscheiden, zwischen dem was heute gängiges Verständnis der SDR-Technologie im Amateurfunk ist und dem was in der professionellen Funktechnik damit gemeint ist.*

*Im Amateurfunk ist die Idee mit dem A/D- bzw. D/A- Wandler möglichst unmittelbar an der Antenne das Funkband zu sampeln und dann digital zu verarbeiten.*

*In der professionellen Technik geht es nicht nur um diesen Ansatz, sondern hauptsächlich darum eine möglichst generische Rechnerplattform und Software in den Funkgeräten zu schaffen und es dadurch, mit Hilfe einer möglichst generischen Entwicklungsumgebung, zu schaffen Funkverfahren, sogenannte „Waveforms“ in den Funkgeräten unterschiedlicher Hersteller zu implementieren. Der Grundgedanke dabei ist, dank der einheitlichen und standardisierten Architektur, die Interoperabilität zwischen Funkgeräten unterschiedlicher Hersteller mit zum Beispiel in der NATO standardisierten Verfahren zu ermöglichen. Hierzu ist zu sagen, dass in diesem Bereich noch wesentliche Verbesserungen im Bereich der Software denkbar sind. Diese*

*betreffen sowohl die Portierbarkeit der sogenannten Wellenformen als auch die Portierbarkeit der Verschlüsselungsverfahren. Angefangen mit einheitlichen und nach Möglichkeit gehärteten Betriebssystemen, deren Zulassung sowie der in Zukunft erforderlichen Softwareupdates gibt es hier mannigfaltig Themen, die verbessert werden können.*

*In beiden Fällen aber, also sowohl für den Amateurfunk als auch für den professionellen Betriebsfunk bleibt natürlich die Weiterentwicklung bzw. Verbesserung der A/D- und D/A-Wandler spannend, da es aktuell immer noch deutliche Defizite bezüglich des Phasenrauschen und der Dynamik der Wandler gibt.*

*In der Software sind natürlich beliebig viele weitere Verbesserungen denkbar, so zum Beispiel ist immer mehr die Rede vom Einzug der AI, der artificial intelligence, in die SDR-Technologie.*

6)

**Bei allem Fortschrittsglauben, es gibt aber auch Grenzen. Diese sind in erster Linie physikalisch definiert, beispielsweise bei der spektralen Verteilung des Aussenrauschens. Oder beim Intermodulationsverhalten von Geräten. Wo sehen Sie die absoluten Grenzen der Signalverarbeitung, wo man nicht mehr weiterkommt, wo alles Machbare ausgereizt ist?**

*Antwort:*

*Ich denke, dass die Wandlertechnologie nicht mehr beliebig erweiterbar ist und, dass hier die physikalische Grenze bald erreicht sein wird. Idealerweise bewährt sich hier in Zukunft weiterhin eine hybride Lösung, höchstlinearer analoger Mischer in Kombination mit Digitaltechnik bzw. Wandler, analoge abstimmbare Vorselektion.*

*Kritisch und limitierend ist dabei nicht die Empfänger- sondern die Sendetechnik, wegen der Problematik des Phasenrauschens, die*

*sich gerade in der professionellen Funktechnik beim sogenannten Simultanbetrieb massiv bemerkbar macht.*

7)

**Verschiebt sich möglicherweise in der Kommunikationstechnik die Grenze zwischen Hardware und Software noch weiter zugunsten der Software? Oder sind wir mit dem Direkt-Abtaster erst mal am Ende des Entwicklungspfad es angelangt?**

*Antwort:*

*Wie vorhin bereits gesagt, sind in der Software und auch Firmware mit Sicherheit wesentlich mehr Evolution vorstellbar. In der professionellen Funktechnik ist die Erweiterung der Kanalbandbreite auf 48 kHz schon heute nahezu Stand der Technik. Diese erfordert immer komplexere Modulationsverfahren. Aktuell sind Funkverfahren standardisiert, die bereits mit 256QAM arbeiten sollen. Diese Verfahren verlangen einen dermaßen hohen Signalrauschabstand, um eine noch tragbare Bit Error Rate sicherzustellen, dass dies insbesondere über Ionosphärenausbreitung kaum praktikabel ist. Dies bedeutet auf der anderen Seite, dass in der Firmware und Software noch immens viel Potenzial steckt, wenn man allein schon an Linearisierungsverfahren, komplexere Kanalentzerrer sowie Kanalkodierer denkt. Spannend wird auch die Antennentechnologie für diese breitbandigen Verfahren und wie es gelingen wird einen gegenüber  $\lambda/2$  deutlich kürzeren Dipol zu realisieren, der über diese hohen Bandbreiten abgestimmt und nicht oder nur wenig bedämpft ist.*

8)

**Wo liegen heute die großen technischen Herausforderungen für einen Hersteller von Kommunikations-Hardware? Und, welche Fortentwicklungen sind hier vorstellbar?**

*Antwort:*

*Wie bereits erwähnt, sind die Themen Mischer, Wandler, aber auch die Halbleitertechnologien große technische Herausforderungen. Sendertransistoren sind limitierend bezüglich der Linearität, sprich Senderintermodulation. Hier liegen wir gegenüber der Röhre immer noch um mindestens 10 dB schlechter ohne eine aktive Linearisierung in der Firmware zu verwenden.*

9)

**Heute hat man den Eindruck, dass nahezu alle Kommunikation ausschließlich auf den Mikrowellen-Bändern stattfindet. Das ist verständlich, denn hier sind praktisch alle im Alltag relevanten Anwendungen angesiedelt. Hat eigentlich die klassische Kurzwelle noch einen Sinn?**

*Antwort:*

*Ja, die klassische Kurzwelle sowie die neuen Funkverfahren in der Kurzwelle machen sehr viel Sinn. Gerade bezogen auf die Sicherheit in der Kommunikation, die hoheitliche Dienste zwingend benötigen, ist und bleibt die Kurzwelle als wesentlich sicherere Alternative zur Satellitentechnik auch in Zukunft im Rennen. So schwierig die Kurzwelle als Medium in Abhängigkeit vom Funkwetter und der Sonne auch ist, bietet sie doch immense Vorteile, angefangen mit dem finanziellen Vorteil gegenüber der Satellitentechnik und der Unabhängigkeit von Providern. Bezogen auf die Sicherheitsaspekte und der Angreifbarkeit sowie Manipulierbarkeit der Satelliten bleibt die Kurzwelle auch in Zukunft unschlagbar.*

10)

**Leider ist zu beobachten, dass das Kurzwellen-Spektrum durch Millionen von nicht konformen elektrischen Betriebsmitteln zunehmend vermüllt wird. Vor allem in Städten ist die Kurzwelle heute faktisch nicht mehr nutzbar. Sehen Sie diese Entwicklung mit Sorge?**

*Antwort:*

*Hierzu kann ich wenig sagen. Die Regulierung ist zumindest in Europa zwar vorhanden, ob sie entsprechend eingehalten wird steht allerdings auf einem anderen Blatt. Die Billigwandler in der Solartechnik und die*

*immer mehr zunehmende Power Line Communication in den Häusern/Haushalten sind da nur die Spitze des Eisbergs. R&S macht sich international in den Gremien und der Festsetzung von Standards immens viele Gedanken und setzt in der EMV-Messtechnik Maßstäbe. Interessant wird die Evolution in der Automobilindustrie mit dem autonomen Fahren und der weiteren Vernetzung der Fahrzeuge und welche zusätzlichen spektralen Störungen dadurch zu erwarten sind.*

11)

**Was müsste die Politik tun, um hier Abhilfe zu schaffen?**

*Antwort:*

*Aus meiner Sicht schwer zu beantworten: idealerweise müssen, vergleichbar zu Klimaschutzzielen, in Zukunft von der Politik auch EMV-Schutzziele international von der Politik vereinbart und vorgegeben werden.*

12)

**Unsere Welt wird immer technischer und komplexer. Irgendwer muss da noch durchblicken. Sie sind Universitätsprofessor und bilden auch unsere künftigen Ingenieure aus. Welchen Nachwuchs brauchen wir heute für unser Land und für unsere Firmen und glauben Sie, dass wir da auf dem richtigen Weg sind? Oder eher nicht?**

*Antwort:*

*Die Ingenieure der Zukunft dürfen nicht immer mehr auf Software fokussiert werden. Die Grundlagen der Physik und Hochfrequenztechnik geraten immer mehr in Vergessenheit und der studierte Digitaltechniker weiß, wenn es die Hochschulen nicht verhindern, nicht mehr, welche Auswirkungen ein hochfrequentes Taktsignal auf einer Schaltung haben kann. Zusätzlich sollte ein modernes Ingenieurstudium auch angereichert werden um wirtschaftliche Komponenten sowie viel mehr Beispielen aus der Praxis und aus Sicht eines Anwenders. So zum Beispiel denke ich an die Bedienerfreundlichkeit eines Gerätes, an die Praxistauglichkeit und an Testkonzepte.*

**Wir danken vielmals für dieses Gespräch und wünschen noch viel Schaffenskraft!**

Zur Information noch ein Interview mit Herrn Professor Rohde

[https://ethw.org/Oral-History:Ulrich L. Rohde](https://ethw.org/Oral-History:Ulrich_L._Rohde)