

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen
<b>Band:</b>	67 (1976)
<b>Heft:</b>	21
<b>Artikel:</b>	EW-Funknetze aus der Sicht der PTT
<b>Autor:</b>	Kieffer, H.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-915220">https://doi.org/10.5169/seals-915220</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 16.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Diskussions- versammlung



# Journées de discussions

Nachrichtenmittel  
im Elektrizitätswerk-Betrieb  
28. April 1976, Zürich

Systèmes de communication  
dans les services d'électricité  
Neuchâtel, 29 avril 1976

## EW-Funknetze aus der Sicht der PTT

Von H. Kieffer

Die nachfolgenden Ausführungen befassen sich mit einigen speziellen Fragen der Elektrizitätswerk-Funknetze aus der Sicht der Konzessionsbehörde. Dabei kommen vor allem die technischen und betrieblichen Aspekte von Sprechfunknetzen, die internationalen und nationalen Vorschriften, der Gebührenaufbau und die besonderen Merkmale bei EW-Netzen zur Sprache.

### 1. Technische und betriebliche Aspekte von Sprechfunknetzen

#### 1.1 Netzarten

Ein-Frequenz-Simplexnetze mit 2 oder mehr Stationen gestatten direkte Verbindungen zwischen beliebigen Stationen des Netzes, außerdem kann der ganze Funkverkehr von allen mitgehört werden (Fig. 1). Stehen 2 Frequenzen zur Verfügung, besteht die Möglichkeit, Simplexverkehr über eine Relaisstation abzuwickeln. Direkter Verkehr zwischen Mobilstationen ist jedoch nicht möglich. Die benützten Frequenzen können nicht beliebig gewählt werden und müssen gerätebedingte Mindestabstände aufweisen. Simplexnetze können normalerweise nicht mit dem Telefonnetz verbunden werden. Die PTT-Betriebe sehen jedoch vor, bei PTT-eigenen Fix- bzw. Relaisstationen gewisse Ausnahmen zu gestatten (Fig. 2). Mit 2 Fre-

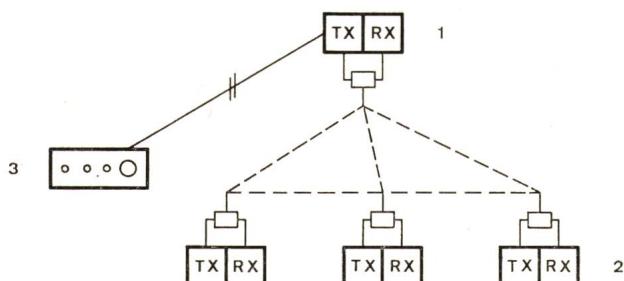


Fig. 1 1-Frequenz-Simplexnetz

- 1 Fixstation
- 2 Mobilstationen
- 3 Steuergerät

L'exposé ci-dessous traite du point de vue de l'autorité concédante sur quelques particularités des réseaux radio des entreprises d'électricité. Il y est avant tout question des aspects techniques et d'exploitation des réseaux radiotéléphoniques, des prescriptions internationales et nationales, de la structure des redevances et des traits particuliers aux réseaux des entreprises.

quenzen ist es jedoch möglich, ein Netz für Duplexverkehr aufzubauen, gegebenenfalls mit Telefondurchschaltung. Im Bedarfsfall können solche Netze auf Simplex-Relaisbetrieb umgeschaltet werden (Fig. 3). Grössere Netze können mehrere oder alle der hier aufgezählten Betriebsarten umfassen. Falls notwendig, wickelt sich der Verkehr auf verschiedenen schaltbaren Kanälen ab (Fig. 4).

Bei komplexen Netzen findet die Kanalumschaltung automatisch statt, zum Beispiel im künftigen NATEL und in den allfälligen neuen Zellersystemen im 900-MHz-Bereich. In letzteren bedienen die Fixstationen auf mehreren Kanälen eine Zelle relativ kleiner Ausdehnung. Verlässt das Fahrzeug eine Zelle, wird automatisch auf einen der zahlreichen Kanäle der Nachbarzelle umgeschaltet. Diese Systeme bedingen zusätzlichen Aufwand bei den Geräten. Umschaltung und Vermittlung erfolgen computergesteuert (Fig. 5).

#### 1.2 Frequenzbänder und ihre Eigenschaften

Früher war man stolz, die ersten FM-Geräte um die 35 MHz zu betreiben. Heute wird dieses Band im zivilen Sektor nur für einfache Anlagen auf kurze Distanz eingesetzt. Die Entwicklung ging weiter. Heute stehen zusätzliche Bänder zur Verfügung, die ihren Eigenschaften entsprechend zugeteilt werden. Als Regel gilt für Mobilnetze:

- 80 MHz für Reichweiten um 100 km (zu beachten sind die relativ grossen Antennen)
- 160 MHz für Reichweiten um die 60 km
- 460 MHz für Reichweiten bis zu 15 km
- Künftig hoffen wir auf ein Band um
- 900 MHz für Reichweiten bis zu einigen Kilometern

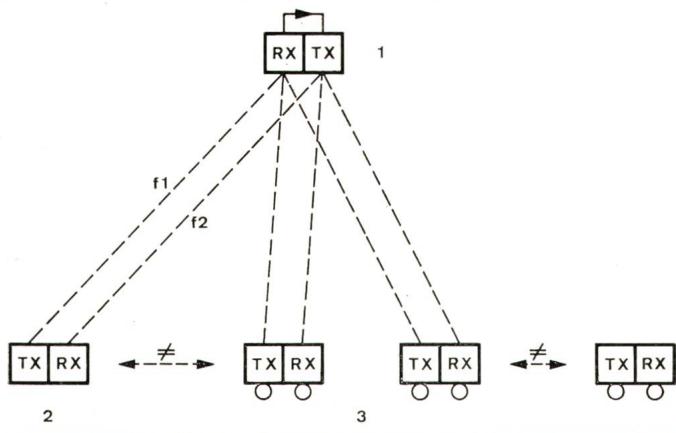


Fig. 2 2-Frequenz-Simplexnetz

- 1 feste Relaisstation
- 2 Fixstation
- 3 Mobilstationen

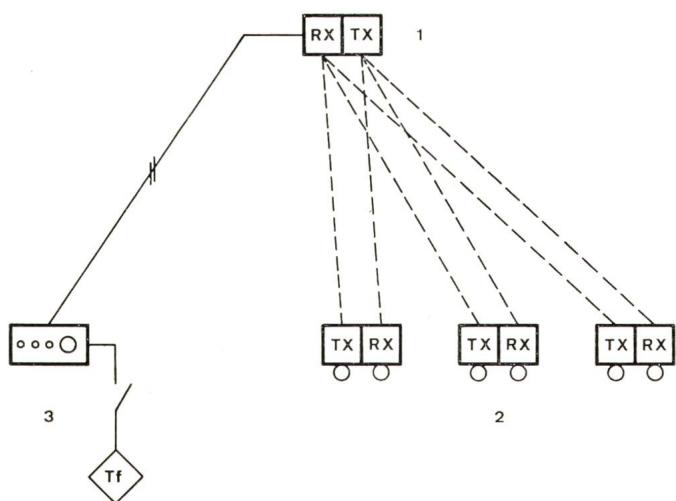


Fig. 3 Duplex-Netz

- 1 Fixstation
- 2 Mobilstationen
- 3 Steuergerät

Für feste Funkdienste (Punkt-Punkt-Verbindungen) stehen zur Verfügung:

410 MHz (Einsatz abnehmend)

7 GHz sowie für künftige Anlagen auf kürzere Distanzen

13 evtl. 17 GHz

Bei der Zuteilung der Frequenzen spielen noch andere Faktoren eine Rolle wie Schaltbarkeit auf bestimmte Gemeinschaftsfrequenzen usw. Die obigen Angaben basieren auf Sendeleistungen, wie sie sich unter praktischen Bedingungen bewährt haben. Um einem falschen Wettkampf nach immer höheren Leistungen vorzubeugen, seien einige Beziehungen in Erinnerung gerufen:

Freiraumausbreitung:

$$\text{angenähert } E_0 = \frac{7\sqrt{N}}{d} \quad [\text{mV/m, W, km}]$$

Die praktische Reichweite ist jedoch eine Funktion zusätzlicher Parameter:

$$d = F(N, h_1, h_2, S_{Rx}, f)$$

$N$  Sendeleistung

$h_1$  Wirksame Höhe der Sendeantenne

$h_2$  Wirksame Höhe der Empfangsantenne

$S_{Rx}$  Empfängerempfindlichkeit

$f$  Arbeitsfrequenz

Massgebend sind lange vor der Sendeleistung günstig gewählte Sende- bzw. Empfangsstandorte (Fig. 6). Zur Frage nach der heutigen Belegung der wichtigsten erwähnten Bänder:

Sehr stark, zum Teil bis zur Sättigung belegt sind der 160-MHz-Bereich sowie in grossen Agglomerationen der 460-MHz-Bereich. In der Schweiz weniger, im benachbarten Ausland aber stärker belegt ist der 80-MHz-Bereich.

### 1.3 Künftige Entwicklung

Sie dürfte gekennzeichnet sein durch die Benutzung der höchsten brauchbaren Bänder bis 1000 MHz in Mobilnetzen und der Verlegung aller Punkt-Punkt-Verbindungen über 1 GHz, wenn nicht gar über 10 GHz. Die zeitlich aufwendige Belegung im einfachen Sprechverkehr wird zunehmend abgelöst durch kodierte Meldungen, Datenübertragung, Ausdrucken in schriftlicher Form, gestaffelte Übertragung (batchweise) und vermehrte automatische Kanalumschaltung. Der zusätzliche Aufwand auf Geräteseite dürfte mit den neuen technischen Möglichkeiten auf kleinem Raum möglich sein und damit auch tragbaren Geräten zugute kommen.

## 2. Vorschriften

### 2.1 Allgemein

Der Rahmen der den Funksektor erfassenden Vorschriften wird durch die nationale Gesetzgebung und die internationales Bestimmungen massgebend bestimmt. Erstere gibt den PTT-Betrieben das ausschliessliche Recht, Draht- und Funkanlagen zur Zeichen-, Bild- oder Lautübertragung zu erstellen und zu betreiben. Es gibt mehrere Ausnahmen vom Regal im Drahtsektor, jedoch nur eine praktische Ausnahme im Funksektor, und zwar für Militärbehörden und Truppen bei rein militärischem Einsatz.

Das Regalrecht kann durch Erteilen von Konzessionen ausübt werden. Für Anlagen von Bundesstellen werden an deren Stelle Bewilligungen erteilt. In jedem Fall gelten die Konzessionsbestimmungen mit den zugehörigen Gebühren.

Die internationalen Bestimmungen im Funksektor regeln technische und betriebliche Bedingungen, die unter anderem eine bestmögliche Ausnutzung des Frequenzspektrums zum Ziele haben und der bekannten Tatsache Rechnung tragen,

Tabelle I

MHz	kHz $\Delta f$	$\leq 25$ mW	$> 25 - 250$ mW	$> 250 - 2500$ mW	$> 2,5 - 25$ W	$> 25$ W
26-68	10	N	R	O	F	F
68-174	25	N	R	O	F	F
174-400	50	N	R	O	F	F
400-606	100	N	R	O	O	F
3400-8500	1000	N	R	O	O	F

F Ferntarif  
O Ortstarif  
R Reduzierter Tarif  
N Sondertarif

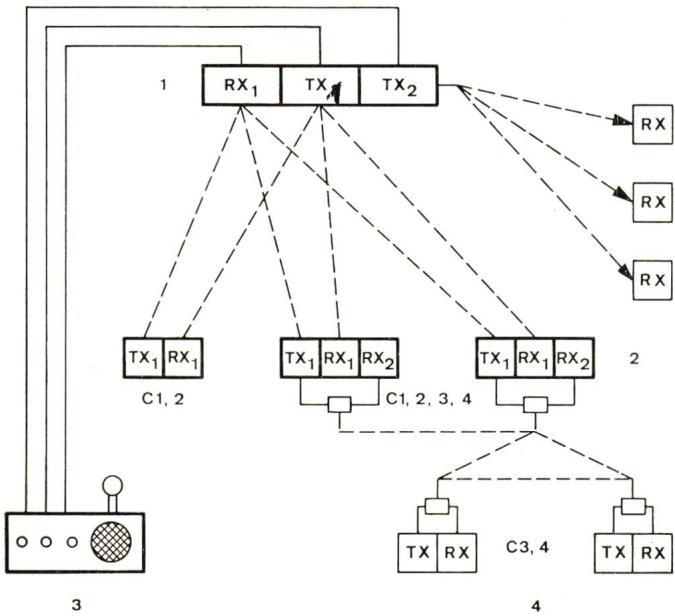


Fig. 4 Kombiniertes Netz

- 1 Fixstation
- 2 Mobilstationen
- 3 Steuergerät
- 4 tragbare Stationen

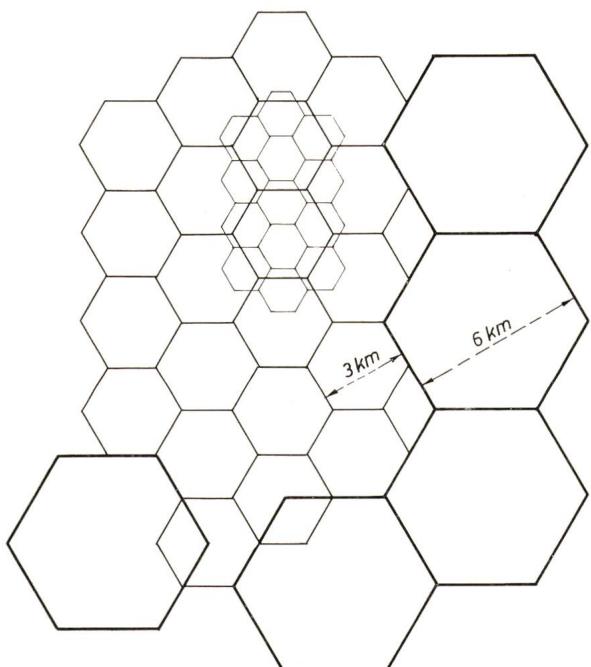


Fig. 5 Zellulärsysteme

dass Funkwellen nicht an Landesgrenzen hältmachen. Massgebend sind die Regeln des internationalen Fernmeldevereins, die Empfehlungen des CCIR und der CEPT sowie bilaterale Verwaltungsabkommen, die spezifische Fragen der Koordination in Grenzgebieten regeln.

In dieses Kapitel gehören auch die technischen Pflichtwerte, die von den Geräten während der ganzen Betriebsdauer eingehalten werden müssen.

## 2.2 Konzessionsbestimmungen

Es gibt derzeit 5 Konzessionsklassen, wobei uns hier die Klasse A und deren Unterklassen namentlich beschäftigen.

Wichtige Voraussetzung für die Konzessionserteilung ist die Abklärung der Bedürfnisfrage, was nicht immer ganz einfach ist. Es geht dabei auch darum, eine den praktischen Bedürfnissen angepasste Lösung zu finden.

Je nach Art der zugeteilten Frequenz, das heißt ob Exklusiv-, Gemeinschafts- oder Sammelfrequenz, erfolgt die Zuweisung der entsprechenden Unterklassen. Die Benutzer werden in verschiedene Konzessionskategorien eingestuft. Für Elektrizitätswerke fallen dabei die Kategorien I und II in Betracht. Die beiden Kriterien bestimmen die zu entrichtenden Konzessionsgebühren.

## 2.3 Gebührenordnung

Diese sollte, soweit möglich, verschiedenen Kriterien Rechnung tragen, wie zum Beispiel

- Verhältnismäßigkeit  
zu vergleichbaren Drahtverbindungen
- Art des Konzessionärs
- Ausdehnung des Bedienungsbereichs
- Art der benutzten Frequenz
- Relative Belegung des Frequenzspektrums

In einer ersten Näherung wurde ein einfaches Schema zugrunde gelegt, das Exklusivfrequenzzuteilungen am höchsten und Konzessionäre der Kategorie I/Behörden am tiefsten belastete. Die heutige Tarifordnung geht davon aus, dass sich eine Gebühr als Summe aus je einer Teilgebühr für den Verkehrsausfall, den Frequenzschutz und das Frequenzbenützungsrecht zusammensetzt.

Jede Teilgebühr kann den spezifischen Gesetzmäßigkeiten ihres Teilbereiches folgen, wobei sinngemäß der

- Verkehrsausfall mit der Drahtseite und der
- Frequenzschutz und das Frequenzbenützungsrecht mit der Art der benutzten Frequenz

in Beziehung gebracht werden können.

Aus den besprochenen Gründen ist es nicht möglich, wie beim Draht genaue Reichweitenzonen festzulegen. Eindeutig sind lediglich Frequenzbereich und Leistung. Diese werden zusammen mit der belegten Bandbreite beigezogen und in einem verhältnismäßig einfachen Schema in eine Gesamtbeziehung gebracht, mit dem Ziel, eine möglichst gerechte Taxierung zu erzielen (Tabelle I).

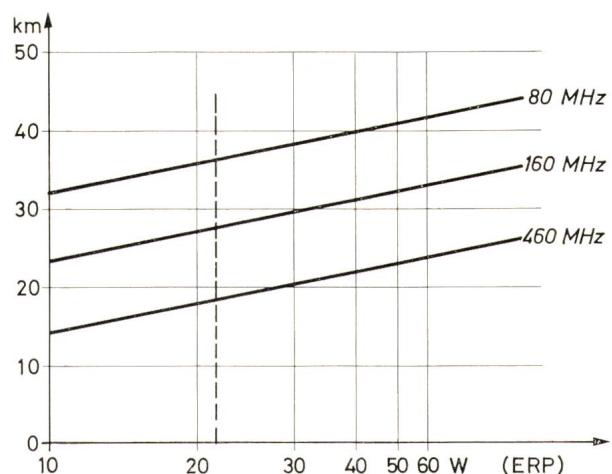


Fig. 6 Reichweite in Funktion der Sendeleistung für die Bänder 80, 160 und 460 MHz  
(ERP = von der Antenne abgestrahlte Leistung)

## 2.4 Künftige Entwicklung

Sie dürfte ohne revolutionäre Änderungen gekennzeichnet sein durch den vermehrten Hinweis auf das NATEL, der sich später noch verstärken könnte, sobald mobile Geräte kleiner Abmessungen verfügbar sein werden.

Für Anwendung sehr kleiner Leistung werden allgemeine Genehmigungen in Erwägung zu ziehen sein, soweit keine Gefahr für die Durchlöcherung des Fernmelderegals und genügend Gewähr für technische Zulässigkeit bestehen.

## 3. Besondere Merkmale bei Elektrizitätswerknetzen

Während die Frage der Bedürfnisabklärung für Elektrizitätswerke als wichtige Versorgungsbetriebe keine Schwierigkeiten bereitet, gilt der Grundsatz einer betriebsangemessenen, aber frequenz-ökonomischen Netzkonzeption. Außerdem sind alle Verbindungen zwischen festen Punkten mit Draht zu erstellen, soweit nicht aus zwingenden Gründen (Schneldistanzschutz usw.) Richtstrahl- bzw. Trägerfrequenzverbindungen notwendig sind.

Die Konzessionsbehörden bemühen sich, Frequenzen für Energieversorgungsbetriebe keinen anderen Benutzergruppen

zuzuteilen. Diese selektiven Gemeinschaftsfrequenzen erlauben dadurch eine gewisse Zusammenarbeit, die bei Katastrophenfällen durch mindestens teilweise Schaltmöglichkeit zum K-Kanal noch erhöht wird. Für den Baudienst stehen zudem besondere Kleinfunkkanäle zur Verfügung. Trotz der zu erwartenden technischen Entwicklung im Gerätesektor stehen nach wie vor einfache Sprechfunknetze mit oder ohne Selektivruf im Vordergrund. Oft genügt ein einfaches Rufsystem (Autoruf, später PTT-Personenruf) oder aber bei erforderlicher Telefonnetzdurchschaltung das künftige NATEL.

Auch für Elektrizitätswerke gelten im übrigen die Grundsätze:

- Bei kleinem Bedienungsbereich hohe Arbeitsfrequenz.
- Unter erschweren Bedingungen bewährt sich vor allem die einfache Lösung.

### Adresse des Autors

Henry Kieffer, Sektion Frequenzverwaltung und Senderegal der PTT, Speichergasse 6, 3011 Bern.

# Aufbau und Betrieb eines (quasi)-regionalen Funknetzes

Von M. Joos

*Am Beispiel des Elektrizitätswerkes der Stadt Frauenfeld werden die Entwicklung des Funknetzes und die heutige technische Ausrüstung erläutert. Weiter werden die Organisation des Funkbetriebs, die Funkverkehrsarten und Vorschriften beschrieben.*

## 1. Entwicklung des Funknetzes

Es mag interessieren, warum die Verwaltung eines Gemeindewerkes, welches damals 13 500 Einwohner und jetzt etwa 5000 Einwohner mehr mit Strom zu versorgen hatte, auf die Idee kam, ein kleines Funknetz aufzubauen. Diesbezüglich eine kleine Rückschau. Als die Milizfeuerwehr der Gemeinde noch mit dem Feuerhorn und mit Raketen alarmiert wurde, waren die Zuschauer meistens vor der Feuerwehr beim Brandobjekt. Infolge dieser schlechten Erfahrung beschloss der Stadtrat, den stillen Alarm einzuführen. Da man wusste, dass das EW über einen Pikettdienst rund um die Uhr verfügt, wurde dasselbe beauftragt, die Feuerwehrkommission bei ihrem Vorhaben zu unterstützen und im Alarmdienst mitzumachen. Man beschloss, das Kader telefonisch und die Mannschaft mittels der Rundsteueranlage des EW zu alarmieren.

Da der aus acht Mann bestehende Elektrozug der Feuerwehr sich aus den jüngeren Freileitungs- und Hausinstallationsmonteuren rekrutiert, stellte sich sogleich die Frage: Wie lässt sich das Elektrokorps während der Arbeitszeit aufbieten? Keine Frage, selbstverständlich per Funk hieß es!

Da der Bauboom im Kommen war, interessierten sich die Installationskonzessionäre nur noch für grössere Aufträge, und die Installationsabteilung wurde mehr auf den Reparaturdienst abgedrängt. Die Bauabteilung wurde mit Netzweiterungen ausserordentlich belastet, so dass sich die Werkbetriebe vermehrt motorisieren mussten.

*Le développement du réseau radiophonique et l'équipement technique actuel sont commentés d'après l'exemple du Service d'électricité de la ville de Frauenfeld. On a décrit par ailleurs l'organisation du service radiophonique et les différents modes de communication ainsi que les prescriptions.*

Es ist klar, dass der Personal- und Fahrzeugeinsatz per Funk wirtschaftlich und rasch abgewickelt werden kann. Gleichzeitig steigt sich das Prestige der Werkbetriebe.

In der Folge bewarb sich unser Gemeindewerk bei der Generaldirektion der PTT um eine Sende- und Empfangskonzession. Diesem Gesuch legten wir eine Karte bei, worin unsere Ausbreitungsforderung eingezeichnet war.

Das Konzessionsgesuch wurde bewilligt mit einer Frequenzzuteilung im 2-m-Band. Es mag erstaunen, wieso die Frequenzzuteilung für eine Kleinstadt wie Frauenfeld im 2-m-Band liegt und nicht, wie empfohlen, im 70-cm-Band. Der Grund ist in der Zusammenarbeit mit der städtischen Feuerwehr zu suchen, welche zur Stützpunktfeuerwehr erklärt wurde und im Bedarfsfall auch ausserhalb des Bezirkes Frauenfeld eingesetzt wird (einschliesslich des Elektrokorps).

Das Elektrizitätswerk der Stadt Frauenfeld besitzt seit 19 Jahren ein kleines Funknetz. Der jetzige Bestand an Geräten ist folgender:

- 1 Fixstation mit Selektivruf
- 5 mobile Stationen mit Selektivruf
- 4 portable Geräte im Simplex-Betrieb

Im Januar 1970 wurde von der Generaldirektion der PTT mitgeteilt, dass die bisherige Frequenz mit der Bandbreite von 50 kHz nicht mehr mit dem Dienstaufteilungsplan übereinstimme. Es wurde eine neue Frequenz im 2-m-Band zugeordnet bei einer Bandbreite von 25 kHz.