

**Zeitschrift:** Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen  
**Herausgeber:** Eidg. Verband der Übermittlungstruppen; Vereinigung Schweiz. Feld-Telegraphen-Offiziere und -Unteroffiziere  
**Band:** 63 (1990)  
**Heft:** 4

**Artikel:** Funkverbindung aus grossen Naturhöhlen  
**Autor:** Hurni, Jacques  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-560684>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 22.05.2025

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

## Sprechfunkkurs

durchgeführt. Der Kurs ist erfolgreich verlaufen, die Teilnehmer zeigten Interesse am gebotenen Stoff und auch mehr oder weniger Verständnis für die misslichen Bedingungen, unter denen der Kurs durchgeführt werden musste. (Gemeint ist das Kurslokal, denn leider fanden die angesprochenen Behörden von Kanton und Stadt Zürich immer noch keine Zeit, sich um unser Anliegen um ein anständiges Lokal zu kümmern. Ist wohl der EVU ebenfalls in gewissen «Fichen» registriert, oder wenn nicht, müsste er es vielleicht sein, damit seine Anliegen ernst genommen werden?) Ganz besonders freut uns, dass ein grosser Teil der Kursbesucher inzwischen auch den Beitritt als

## Jungmitglieder

des EVU erklärt hat. Wir heissen ganz besonders herzlich willkommen: Sami Dafner, Patric Jaillet, Michel Kaufmann, André Lienhard, Christoph Lüchinger, Lukas Matt, Michael Meier und Stefan Schoch. Wir hoffen, dass wir Eure Erwartungen in den EVU erfüllen können und dass Ihr eurerseits aktiv an unseren Veranstaltungen teilnehmen werdet. Wir werden versuchen, Euch viel Lehrreiches zu bieten und Euch bei Bedarf auch mit kameradschaftlichem Rat beizustehen. Wir freuen uns über Euren Beitritt. Was die bevorstehenden

## Veranstaltungen

betrifft, habe ich bereits wiederholt auf den Zürcher Waffenlauf vom Sonntag, 22. April, hingewiesen. Die Durchführung des Übermittlungsdienstes scheint aus personeller Sicht gesichert zu sein. Anmeldungen zur Teilnahme können jedoch noch entgegengenommen werden. Am besten rufen Sie am Mittwochabend, ab 19.30 Uhr, im Sendelokal (01 211 42 00) an und lassen sich in die Teilnehmerliste eintragen, oder kommen Sie doch wieder einmal persönlich vorbei. Für Auskünfte stehen die Vorstandsmitglieder Walter Brogle und Martin Hengarter gerne zur Verfügung. Schliesslich möchten wir auch nochmals auf unsere von Martin Weber organisierte Exkursion am 25. Mai 1990 (dies ist der Freitag nach Auffahrt) hinweisen. Die Durchführung ist gesichert, und die bereits angemeldeten Teilnehmer möchten wir nochmals darauf hinweisen, dass die Zahlungsfrist am 27. April 1990 abläuft. WB

### Exkursion vom 25. Mai 1990

Das Programm umfasst unter anderem: abwechslungsreiche Carfahrt durch das Appenzellerland und das Toggenburg / Besuch von «Fredy's Musiksalon» / Mittagessen auf 2491 mü.M. / Besichtigung der Richtstrahlanlage Säntis der PTT. Es hat noch einige wenige Plätze frei im Car! *Raschentschlossene* können sich noch bis am 12. April anmelden bei: Martin Weber, Postfach 308, 8042 Zürich, oder am Mittwochabend, 11. April, ab 20 Uhr, ins Sendelokal (01 211 42 00) anrufen.

Jacques Hurni (HB9OD), Willstrasse 2, 2560 Nidau

# Funkverbindung aus grossen Naturhöhlen

**Die verschiedenen Publikationen im «Old Man» zu diesem Thema haben das Interesse einiger OM geweckt. So konnte der zweite Sendeversuch aus der Weissensteinhöhle Nidleloch am 2./3. Juli mit vier Aussenstationen und einer Höhlenfunkstation unternommen werden. Dabei waren:**

*HB9TH mit 410 m Distanz* zur Höhlenstation beim Bergrestaurant Hinterweissenstein – FT-757 Transceiver, 60 W Sendeleistung, 160/80 m Dipol, 160/80 m Rahmenantenne.

*HB9AYQ, HB9DBQ, HE9EFY mit 130 m Distanz* zur Höhlenstation auf Koordinaten 603650/233600 Nordhang Dillitschkopf – TS-830 Transceiver, 100 W Sendeleistung, 160/80 m Dipol.

*HB9BDH mit 910 m Distanz* zur Höhlenstation auf Koordinaten 603475/234475 Nordhang Weissenstein ob Gänsbrunnen – IC-735 Transceiver, 10 W Sendeleistung, 160/80 m Dipol.

*HB9CVH mit 24 km Distanz* zur Höhlenstation in Ipsach bei Biel – Empfänger FT-1, Inverted-V-Antenne für 80 m.

*HB9BRH, HB9CPZ, HB9OD, HE9UPE, Christian – Höhlenstation* im mittleren Teil des Märchenganges – FT-747 Transceiver 56/100 W Sendeleistung, 160/80 m Dipol, 160/80 m Rahmenantenne. HB9BRH, HB9CPZ und Christian interessierten sich im Zusammenhang mit Forschungs- und Vermessungsarbeiten im Hölloch für die Sendeversuche. Das Hölloch im Muotatal ist die grösste vermessene Naturhöhle der Schweiz.

*HB9SB, HB9BYB, HB9AAH* als sachkundige Beobachter.

## Vorbereitungen und Einstieg

Wie beim ersten Versuch bauten wir am Samstagmittag am Hinterweissenstein unsere Antennengebilde auf: den 160/80-m-Dipol und die Rahmenantenne. Gegen Abend trafen die drei Höllochleute ein, und kurz nach 22 Uhr waren wir im vorderen Teil der Höhle unterwegs. Gegen Mitternacht kamen wir am Höhlenstandort des ersten Versuches vorbei und hangelten uns dann an losen Drahtseilen über glitschige Felsen durch zwei Schächte hinunter. Beim Sauschacht klinkten wir, um den Rückweg zu sichern, die mitgeführte Drahtseilleiter an einen Felshaken.

### PIONIER 5/90

Die Nummer 5/90 erscheint am **Dienstag, 2. Mai 1990**. Redaktionsschluss am

### Dienstag, 10. April

Dringende Mitteilungen können nach telefonischer Voranmeldung noch bis

### Donnerstag, 12. April

entgegengenommen werden.

Den Zutritt zum Märchengang muss man sich durch eine 40-Meter-Kriecherei, zum Teil in Rückenlage und mit eingezogenem Bauch, verdienen! Der Märchengang, ein schräger Riss, vom flutenden Schmelzwasser der Eiszeit elliptisch erweitert, ist eine der schönsten und interessantesten Strecken der Höhle. Die Wände sind zu bizarren Korrosionsskulpturen verformt. Von der Decke drohen scharfkantige Felsnadeln und die Bruchstellen der im Grunde des Risses eingeklemmten und aufgeschichteten Versturzböcke.

Diese fantastische Szenerie erreichten wir am Sonntagmorgen, kurz vor 2 Uhr. Felix baute zuerst mit einigen Felsbrocken einen stabilen Stationstisch und eine komfortable Sitzbank. Eine halbe Stunde später war der Dipol verlegt, und der zierliche High-Tech FT-747 Transceiver vermittelte mit seinem matt glimmenden Display einen wirkungsvollen Kontrast zum urweltlichen Charakter des Ortes.

Bis 9 Uhr blieben uns noch gut sechs Stunden zum Ausruhen. Lorenz und ich verbrachten diese Zeit bei 6,5 °C und 98% relativer Luftfeuchtigkeit, mit metallisierten Folien umwickelt, in halbwegs gemütlicher Biwakstellung, während Felix, Thomas und Christian noch weiter in das Höhlensystem vordrangen. Nach 8 Uhr waren wir alle wieder bei der Station. Wir steckten noch die Rahmenantenne zusammen und hingen sie drehbar an der Decke auf. Dann stellten wir den Transceiver auf 1,818 MHz, schlossen Dipol und Morsetaste an und um 0900: HB9TH de HB9OD K...

## Die Verbindungen

Über die Dipolantennen kamen auf 1,8 MHz mit jeder Aussenstation problemlose CW-Verbindungen zustande. S9 war der Empfang bei HB9AYQ (130 m), S5–20 dB Vorverstärkung bei HB9TH (410 m) und S1–10 dB Vorverstärkung bei HB9BDH (910 m). In der Höhle wurde HB9AYQ mit S9 und 20 dB empfangen, für HB9TH und HB9BDH ergaben sich Signale zwischen SO und S1, die auch beim Vorschalten einer 20-dB-Dämpfung für CW noch knapp brauchbar über dem Rauschen lagen. In SSB waren in der Höhle alle drei Stationen gut bis sehr gut (S8 für HB9AYQ) hör- und lesbar. Bei HB9TH und HB9BDH war das SSB-Signal aus der Höhle verzerrt und zu schwach für eine sichere Verbindung. Doch HB9CVH konnte in 24 km Entfernung den gesamten SSB-Verkehr mithören. Das Signal aus der Höhle erzeugte zwar keine S-Meteranzeige, war aber einwandfrei lesbar! Die Rahmenantenne ergab für HB9AYQ in beiden Richtungen S7 und für

HB9TH und HB9BDH knapp hörbare CW-Signale. Auf 3,5 MHz war nur mit HB9AYQ über die Dipole CW-Verkehr möglich, beidseitig ohne S-Meteranzeige. Beim Durchdrehen des Bereiches von 100 kHz bis 30 MHz liessen sich, wie beim ersten Versuch, viele Lang- und Mittelwellenstationen gut empfangen; über 2 MHz waren ausser HB9AYQ keine Signale mehr hörbar.

Um 1045 stellten wir die Versuche ein. Wir verpackten Geräte und Antennen in die Tragsäcke und machten uns auf den Rückweg; in dieser Höhle ist das der Aufstieg. «Um 14 Uhr sind wir draussen», verkündete Felix. Es war nicht die Schuld der Hölochforscher, deren Leistungsfähigkeit, Höhlenroutine und Hilfsbereitschaft ich neidlos anerkennen musste, dass wir erst um 1420 ans Tageslicht kamen; bei strömendem Regen. Nach einer kurzen Verschnaufpause trieb uns HB9BDH nochmals in die Dunkelheit zurück. Er wollte noch einige «Innenaufnahmen» für die Video-Reportage des Unternehmens drehen. Im Bergrestaurant gönnten sich dann alle Beteiligten noch etwas Erholung. Grosse Reden wurden keine gehalten, aber ich möchte hier allen OM aus Biel, Solothurn und Zürich für die schöne Zusammenarbeit und den grossen Aufwand an Zeit, Geräten und Können herzlich danken.

### Geräte und Stromversorgung

Der FT-747-Transceiver mit den Abmessungen 24x24x9 cm, 3,2 kg Gewicht, 100 W Sendeleistung und 0,25 µV Empfindlichkeit ist für solche Zwecke zurzeit wohl das geeignetste Gerät. Grosssignalprobleme gibt es in der abgeschirmten Höhlenwelt nicht. Im Preis inbegriffen ist da auch einiges an geräteinternem Knurren und Pfeifen, das beim Abhören von belebten Bändern wenig auffällt! Als Stromversorgung diente in der Höhle ein gasdichter 17 Ah Bleiakku, 18x18x8 cm gross und 6,5 kg schwer. Nach rund 100 Minuten CW/SSB-Verkehr waren bei 75 W Sendeleistung etwa 25% der Akkukapazität verbraucht. Die Batterie bietet also bei dieser Belastung für 3 bis 5 Stunden Stromreserve. Auch für Aussenstationen sind die verwendeten 100 W-Transceiver mit guter Empfindlichkeit sicher geeignete Geräte. HB9TH hatte Netzanschluss, HB9AYQ verwendete ein Motoraggregat und HB9BDH arbeitete mit der Autobatterie.

### Antennen

Gut abgegliche Aussendipole für 160 m sind, abgesehen von der etwas unhandlichen Länge, leicht herzustellen und etwas schwieriger zu verlegen. Der ausserhalb der Höhle nahe über Grund auf SWR 1 abgegliche Höhlendipol hatte in der feuchten Kalkaverne keine feststellbare Resonanz mehr. Die Schutzschaltung der Transceiver-Endstufe regelte auf 75 W zurück, was einem SWR um 3 entspricht. Das ergibt noch 56 W abgestrahlte Leistung. Unsere Rahmenantennen (6 Windungen 3 mm<sup>2</sup>-Draht, 1 m<sup>2</sup> Fläche) hatten einen Strahlungswiderstand von 0,0015 Ohm und einen ohmschen Widerstand um 0,1 Ohm (ohne Berücksichtigung des Skin-Effektes). Die Antenne in der Höhle wurde durch die Umgebung kaum verstimm und nahm bei SWR 1 die ganzen 100 W auf. Davon heizten vermutlich 98,5 W die Höhle und 1,5 W wurde abgestrahlt, was rechnerisch ziemlich genau den beobachteten Unterschied von 3S-Stufen zugunsten des Dipols ausmacht. Trotz Märchengang betrieben wir also immer

noch Physik und nicht Magie! Eindeutig war die Richtwirkung des Rahmens. Die Aussenstationen liessen sich richtig peilen, allerdings ohne Seitenbestimmung und Vertikalabweichung.

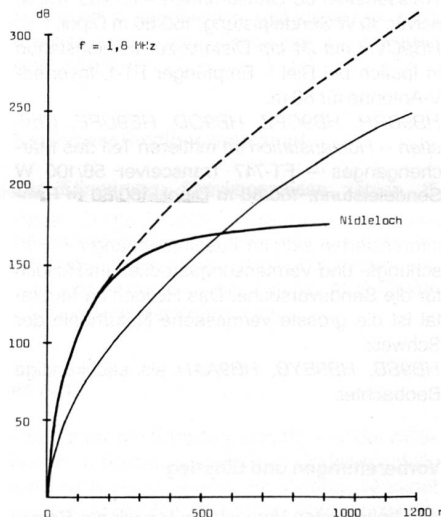
### Diskussion

Die nachstehend zur Diskussion gestellten Überlegungen stützten sich auf die S-Meter Ablesungen an den Empfängern der 3 Aussenstationen beim Betrieb mit den Dipolantennen auf 1,818 MHz. Bei 6 dB Abstand zwischen 2 S-Stufen entsprechen 50 µV an den 50 Ohm-Eingängen der Empfänger (hoffentlich) S9. Zum Berechnen der jeweiligen Dämpfung wurde eine abgestrahlte Leistung von 56 W mit der an 50 Ohm empfangenen Leistung verglichen.

### Distanz

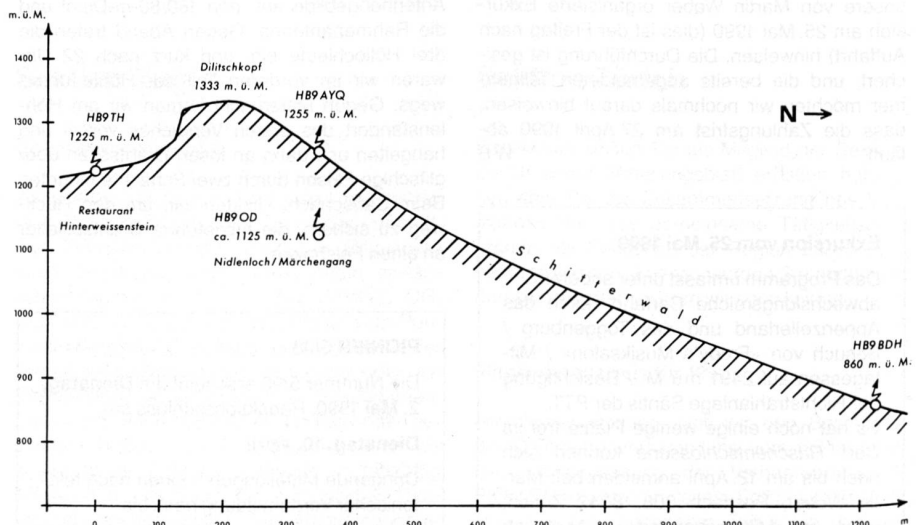
130 m S9	= 50 µV	= 120 dB HB9AYQ
300 m S3	= 0,78 µV	= 157 dB HB9TH
		(erster Versuch)
410 m S5-20 dB VV	= 0,31 µV	
		= 164 dB HB9TH
910 m S1-10 dB VV	= 0,063 µV	
		= 178 dB HB9BDH

Mit diesen Daten lässt sich ohne professionellen Anspruch die nachstehende Dämpfungskurve «stricken» (Bild). Die dünne Kurve zeigt



den von T.Wadley im Quarzit südafrikanischer Goldminen für 1,8 MHz ermittelten Dämpfungsverlauf. Die starke Abflachung der Nidlelochkurve für die 410- und 910 m-Distanzen lässt sich fast sicher durch Mehrwegempfang bei HB9TH und HB9BDH erklären. Ein Teil der elektromagnetischen Wellen erreichte auf kurzem Weg die Oberfläche und traf dann als Raum-Bodenwelle mit weniger Laufzeit als die Fels-Komponente bei den Empfangsstationen ein. Die von HB9BDH und HB9TH beobachteten Verzerrungen bei der Betriebsart SSB deuteten ebenfalls auf Mehrwegempfang mit verschiedenen Laufzeiten. Das gleiche, aus dem Bergmassiv ausgetretene Signal wurde dann von HB9CVH in 24 km Entfernung ohne Verzerrungen empfangen. Man bedenke: Gesteine haben die Elektrizitätszahlen  $\epsilon_r$  zwischen 4 und 10. Daraus ergibt sich beispielsweise bei  $\epsilon_r = 4$  und  $u_r = 1$  im Fels doppelte Laufzeit und halbe Wellenlänge zu jener im freien Raum.

Die Senderversuche aus dem Nidleloch zeigten, dass mit Amateurfunkgeräten aus einem Hochsystem mit der Lage und dem Umfang dieser Naturhöhle sichere Zweiwegverbindungen angeboten werden können. Die Frage von HB9CPZ nach den Verbindungsmöglichkeiten aus dem Hauptsystem des Höllochs, beim 700 m kürzester Distanz zur Erdoberfläche, könnte allerdings nur durch einen Versuch aus dieser Höhle sicher beantwortet werden. Extrapoliert man die Nidlelochkurve ohne Einbezug von Mehrwegempfang (gestrichelte Linie), so erhält man für 700 m Dämpfungswerte um 240 dB. Auch bei 100 W abgestrahlter Leistung erhält in diesem Fall der Empfänger an 50 Ohm noch 0,00007 µV! Derart schwache Signale können auch gute Amateur-Kurzwellengeräte nicht mehr hörbar machen. Wir sind nun daran, mit HB9CM, einem OM mit grosser Erfahrung beim Lösen schwieriger Antennenprobleme, ein Antennensystem mit Koppelnetzwerk zu entwickeln, das auch in den Klüften einer Kalksteinhöhle mit gutem Wirkungsgrad arbeitet. Etwa im Monat Oktober wären wir dann bereit für einen Versuch aus dem Hölloch. Unsere Erwartungen sind, den Eigenschaften des Übertragungsweges entsprechend, ziemlich gedämpft, und ohne die Mitwirkung der Höllochleute und von OM an Aussenstationen sind diese etwa 2 Tage dauernden Versuche nicht zu machen.



Situationsprofil: Die Aussenstationen liegen in der gezeichneten Profilebene. Die Höhlenstation ist etwas nach vorne versetzt. Darum sind die effektiven Funkdistanzen etwas grösser, als in der Skizze ablesbar ist.

Dem Beitrag von B.A. Austin in [1] ist zu entnehmen, dass heute in amerikanischen Goldminen tragbare 1 W SSB Sprechfunkgeräte auf 903 kHz gebraucht werden. In 3000 m Tiefe sind damit Verbindungen über etwa 300 m möglich. Als Antenne trägt der Benutzer eine flexible Spule über Schulter und Hüfte. Bei einem andern Verfahren werden in die Stollen perforierte Koaxialkabel eingelegt, die als Wellenleiter für VHF-Verbindungen mit Kleinfunkgeräten durch die ganze Mine dienen.

**Verwendete Literatur**

*Austin B. A.* Radio communication through rock, Electronics + Wireless World (GB). vol. 93, p. 943-946 (1987)

*Bögli A.* Zauber der Höhlen, Zürich 1976

*Vuille R.* Nidleloch, Lenzburg 1979

*Kuchling H.* Physik, Leipzig 1984

*Pietsch H.J.* Kurzwellen-Amateurfunktechnik, München 1984

*Hay R.* Ham Band Transmitting Loops, QST 1952/9, 1953/6, 1953/10

*Schröder H.* Elektrische Nachrichtentechnik, Berlin 1959

(Entnommen aus: «old man» 11/88. Mit der freundlichen Genehmigung von Dr. P. Erni, Redaktion Technik-Teil.)

**Veranstaltungskalender**

- 5. und 6. April
- 26. Berner Zwei-Abend-Marsch, Bern-Köniz, organisiert durch den UOV der Stadt Bern
- 21. April
- 22. Marsch um den Zugersee, organisiert durch den UOV Zug
- 21. und 22. April
- 22. General-Guisan-Marsch in Spiez, organisiert durch den UOV Spiez
- 22. April
- 33. Zürcher Waffenlauf
- 25. April
- Jährliche Fahrzeug- und Materialliquidation im AMP Thun
- 6. Mai
- 62. ordentliche Delegiertenversammlung EVU in Appenzell
- 6. Mai
- 37. Hans-Roth-Waffenlauf in Wiedlisbach, organisiert durch den UOV Wiedlisbach
- 12. und 13. Mai
- 31. Schweizerischer Zwei-Tage-Marsch in Bern, organisiert durch den UOV der Stadt Bern
- 18. bis 20. Mai
- Feldschiessen

**Ausstellungen und Messen**

- 24. bis 27. April in Lausanne
- Computer 90, Messe der Informatik, Telekommunikation und der Spitzentechnologie
- 5. Mai in Genf
- 20. Internationale Tauschbörse für Spielzeuge und Modellautos

**Rückgang der Verkehrsunfälle in der Armee**

*EMD.* Trotz vermehrter Motorisierung und Mechanisierung der Armee stellen die 1683 registrierten Schadenfälle im militärischen Strassenverkehr 1989 einen Rückgang von 11,4% dar (1988: 1900). Dabei lag bei 424 Unfällen das Verschulden vollumfänglich beim zivilen Verkehrsteilnehmer. Die Reduktion der Verkehrsunfälle in der Armee erfolgte sicher nicht zuletzt aufgrund der gezielten Massnahmen durch die Militärische Unfallverhütungskommission (MUVK). In enger Zusammenarbeit mit dem Truppenkader wird der militärische Motorfahrzeugführer immer wieder auf die Unfallgefahren im Strassenverkehr sensibilisiert. Eine umsichtige Planung und das Durchsetzen der Vorschriften durch die Kader aller Stufen haben das ihrige zur Senkung der Schadenfälle beigetragen.



**Bundesamt für Militärflugwesen und Fliegerabwehr**

Für unsere Sektion **Übermittlung und Elektronik** suchen wir einen

**EI.-Ing. HTL**

**Wir möchten Ihnen folgende Aufgaben übertragen:**

- Abklären und Bearbeiten von taktisch/technischen und betrieblichen Sachfragen in den Bereichen RADAR, Führungsmittel, Mil Wetterdienst und Ausbildungssysteme (Simulatoren)
- Durchführen fachtechnischer Realisierungsstudien
- Planen, Anordnen und Leiten von Truppenversuchen mit neuem Material
- Sicherstellen der materiellen Bereitschaft von Führungsmitteln

**Wir erwarten von Ihnen:**

- Abgeschlossene Ausbildung als EI.-Ing. HTL
- Einige Jahre Berufserfahrung
- Wenn möglich Offizier im Uem- oder Elektronikbereich
- Selbständiges und initiatives Arbeiten
- Bereitschaft zur beruflichen Weiterbildung

Weitere telefonische Auskünfte erteilt Ihnen gerne Herr H. Würzler, Tel. 031 67 39 02.

Ihre schriftliche Bewerbung mit den üblichen Unterlagen richten Sie bitte an das

Bundesamt für Militärflugwesen und Fliegerabwehr, Sektion Personaldienst, Postfach, 3003 Bern.



**Kantonspolizei Aargau**

Bei der Kantonspolizei Aargau ist infolge Pensionierung die Stelle eines

**technischen Beamten**

neu zu besetzen.

Die Hauptaufgaben umfassen:

- Betriebsverantwortung über ein modernes Gleichwellenfunknetz mit sechs Relaisstationen
- Projektleitung bei allen Neu- und Umbauprojekten an Funkanlagen
- Betreuung, Evaluation und Beschaffung der Funkmittel für das gesamte Polizeikorps
- Beratung und Mitwirkung bei technischen Sachfragen und Erledigung von Spezialaufgaben

Wir bieten Ihnen eine vielseitige, verantwortungsvolle und weitgehend selbständige Tätigkeit mit zahlreichen internen und externen Kontakten.

**Anforderungen:** Ingenieur HTL, Fachrichtung Elektronik/Elektrotechnik oder mit ähnlicher Ausbildung/Praxis. Initiativ Persönlichkeit mit Verhandlungsgeschick und Interesse für administrative Aufgaben.

**Besoldung:** Im Rahmen des Besoldungsdekretes.

**Stellenantritt:** 1. Juni oder nach Vereinbarung.

**Auskünfte und Anmeldung:** Auskünfte erteilt der Polizeikommandant. Anmeldungen sind bis am 23. April 1990 an das Polizeikommando Aargau (064 21 81 81) z. H. des Polizeikommandanten, 5004 Aarau, mit handschriftlichem Brief, Lebenslauf, Foto, Zeugniskopien und Referenzen, zu senden.