

Linkkomponenten digitaler Backbone

[Versionsgeschichte interaktiv durchsuchen](#)

[Visuell Wikitext](#)

Version vom 23. Oktober 2008, 16:03 Uhr

(Quelltext anzeigen)

[OE2WAO](#) ([Diskussion](#) | [Beiträge](#))

([→Linkkomponenten - Linkequipment](#))

[← Zum vorherigen Versionsunterschied](#)

Aktuelle Version vom 24. Januar 2015,

13:31 Uhr (Quelltext anzeigen)

[OE2WAO](#) ([Diskussion](#) | [Beiträge](#))

([→LAN Kabel](#))

(55 dazwischenliegende Versionen von 3 Benutzern werden nicht angezeigt)

Zeile 2:	Zeile 2:
== Linkkomponenten - Linkequipment ==	== Linkkomponenten - Linkequipment ==
- * Mikrotik Routerboard 411a (Level 4, mit AP) ""€ 56,-""	+
- ** Alternativ Mikrotik Routerboard 411 (Level 3) € 44,-	+ Für die Realisierung des HAMNET Backbone Netzes in OE setzen wir überwiegend die Komponenten der Firma Mikrotik ein.

- * Wistron DCMA-82 Highpower abg WLAN Karte MMCX 800mW ""€ 50,-"" ""[http://shop.varia-store.com/product info.php?info=p564_Wistron-DCMA82-HighPower-miniPCI--25dBm-MMCX-Connector--2-4-5GHz.html]	+ Alternativ kommt vereinzelt auch Hardware des Herstellers Ubiquiti zum Einsatz.

- ** Alternativ R52H Medumpower abg WLAN Karte UFL 350mW € 43,-	+ Die Linkstrecken werden fast ausschließlich auf 5GHz realisiert, wobei folgendes Equipment zum Einsatz kommt:
- ** Alternativ R52 Lowpower abg WLAN Karte für Kurzstrecken UFL € 24,-	+ * RouterBoard von Mikrotik
- * AIRWIN Flachantennen PAC-55-230 5GHz 23dbi ""€ 58,-""	+ * miniPCI HF Karte
- ** Alternativ AIRWIN Flachantenne PAC-55-190 5GHz 19dbi € 46,-	+ * Antenne
- ** Alternativ AIRWIN Flachantenne PAC-55-140 5GHz 14dbi € 26,-	+ * Pigtail, Kabel, Stecker, Stromversorgung, etc.
	+

- + **[[Bild:Linkequipment.jpg]]**
- +
- +
- + **==Mikrotik Routerboard==**
- + *** "'Mikrotik RB433 AH/UAH"' für Knoten mit hohem Datenaufkommen (Level 5, 3x LAN, 3x miniPCI) [http://www.routerboard.com/pdf/rb433ah.pdf Datenblatt] [http://www.routerboard.com/pdf/rb433mA.pdf Manual] "'Empfohlen"'**
- + *** "'Mikrotik RB433"' für mittleres Datenaufkommen (Level 4, mit AP, 3x miniPCI) [http://www.routerboard.com/pdf/rb433mA.pdf Datenblatt]**
- + *** "'Mikrotik RB411a"' (Level 4, mit AP, 1x miniPCI) [http://www.routerboard.com/pdf/rb411ugA.pdf Datenblatt /Anleitung]**
- + *** "'Mikrotik RB493 AH/G"' (Level 5, 9x LAN, 3x miniPCI)**
- +
- + **"'Hinweis!'"
**
- + **Die Versorgungsspannungsbandbreite der Mikrotik Routerboards reicht üblicherweise von 12 - 24V Gleichspannung. Eine Versorgung mit 12V direkt am Board zeigte in Versuchen eine bessere Betriebssicherheit (nahezu keine Ausfälle) als höhere Spannungen.
**
- + **Außerdem sollte ausschließlich die "'AH Variante"' (oder höher) des Routerboards zum Einsatz kommen, d**
- +

a im Praxistest der Datendurchsatz bei den herkömmlichen Routerboards ohne AH oder UAH aufgrund der niedrigeren Prozessorgeschwindigkeit nur ein Bruchteil des Möglichen betrug.

+

+

+

===miniPCI HF Karten===

+

Single chain Karten:

+

* **Wistron DCMA-82** Highpower abg WLAN Karte MMCX-Stecker 27dbm
[<http://www.dd-wrt.com/shop/catalog/pdf/dcma82.pdf> Datenblatt]
"Empfehlung!"
Diese Karte zeigte bei unseren Linkstrecken-Vergleichstests einen höheren Datendurchsatz bei geringerer Fehlerrate. Wir ziehen Sie daher den Mikrotik Karten bei Mittel- und Langstreckenlinks vor. Allerdings entsprechen die bei uns erhältlichen Karten nicht, wie meist angegeben, dem höheren Industriestandard, sondern sind im Bezug auf den Arbeitstemperaturbereich eher erst ab -10°C verwendbar!"

+

* **DBII F50 PRO** Highpower an WLAN Karte MMCX-Stecker 27dbm
[http://www.dbii.com/pdf/F50PRO_datasheet.pdf Datenblatt]
"Empfehlung!"
Sehr gute Karte mit geringer Fehlerrate, sehr gutes Preis-Leistungsverhältnis.
Verwendbar ab - 40°C"

+

* **Mikrotik R5H** Highpower a WLAN Karte MMCX-Stecker 25dbm
[<http://www.mikrotik.com/pdf/R5H.pdf> Datenblatt]

+ * "'Mikrotik R52H"' Mediumpower abg
WLAN Karte UFL-Stecker 350mW
[<http://www.mikrotik.com/pdf/R52H.pdf> Datenblatt]

+ * "'Mikrotik R52"' Lowpower abg
WLAN Karte für Kurzstrecken UFL-
Stecker [<http://www.mikrotik.com/pdf/R52.pdf> Datenblatt] "'Eher
abzuraten!'"
"Diese Karte ist
aufgrund Ihrer Arbeitstemperatur
nicht für den Ausseneinsatz
geeignet!"

+ * "'Ubiquiti SR5"' Highpower a WLAN
Karte MMCX-Stecker 26dbm

+ * "'Ubiquiti XR5"' Highpower a WLAN
Karte MMCX-Stecker 28dbm

+

+

+ Dual chain Karten (MiMo):

+ * "'DBII F52N PRO"' Highpower abgn
WLAN Karte MMCX-Stecker 28dbm
[http://www.dbii.com/pdf/F52NPRO_Datasheet.pdf Datenblatt]

+ * "'Ubiquiti SR71a"' Highpower abgn
WLAN Karte MMCX-Stecker 24dbm
"'Bedingt tauglich!'"
"Diese
Karte zeigte in Test ein hohes
Störpotential bei anderen, am
gleichen Standort betriebenen Links"

+ * "'Mikrotik R52Hn"' Highpower abgn
WLAN Karte MMCX-Stecker 25dbm

+

+

+ ===Pigtail===

+

- + **Das Pigtail ist die Verbindung zwischen der miniPCI HF Karte und der Antenne. Diesem Bauteil sollte daher auch große Aufmerksamkeit gewidmet werden, da hier die meisten Verluste entstehen können.**
- +
- + *** Pigtail Adapter für Antennenanschluß MMCX auf N-Einbaubuchse**
- + **** Alternativ Pigtail Adapter für Antennenanschluß UFL auf N-Einbaubuchse** [http://shop.varia-store.com/product_info.php?info=p568_Pigtail-N-Buchse--Female--auf-MMCX.html]
- +
- + **'''Hinweis!'''
**
- + **Pigtails von ebay Anbietern aus Fernost sollten aufgrund der meist minderwertigen Qualität nicht verwendet werden, zumal preislich zu den lokalen Anbietern kein großer Unterschied besteht.**
- +
- +
- + **==Ubiquiti Hardware==**
- +
- + **Für Linkstrecken eignen sich auch einige Modelle des Herstellers** [<http://www.ubnt.com> Ubiquiti].

- + **Leider ist in diesen Fällen aber auch wieder ein Mikrotik Routerboard notwendig, da das von Ubiquiti eingesetzte AirOS das im HAMNET verwendete Routing BGP nicht unterstützt.
**
- + **'''Praxis:'''
Tests mit zwei verwendeten NanoBridges (MiMo) in einem Link auf 16km fielen trotz einer**

- + **angezeigten hohen Linkgeschwindigkeit (>100MBit) mit einem praktischen Datendurchsatz im einstelligen MBit Bereich eher ernüchternd aus. Der vorher verwendete single chain Link auf Mikrotik-Wistron Basis wies dagegen ein Vielfaches dieses Datendurchsatz auf.**
- +
- +
- + **==Antennen==**
- + **Es existieren aufgrund des Massenmarktes eine Vielzahl an möglichen Antennen.
**
- + **Aufgrund der geografischen Lage und der damit verbundenen Witterungsverhältnisse sollte Flachantennen der Vorzug gegeben werden.
**
- + **'''Begründung:'''
Regen, Eis und Schnee haben sich zwar als verhältnismässig vernachlässigbare Einflüsse in Bezug auf die Signaldämpfung gezeigt, eine Kombination dieser um den Tau- bzw. Gefrierpunkt ist aber als beträchtlich anzusehen.
Ein tauender Schneebelag fällt von einer Flachantenne wesentlich schneller ab, als dies bspw. bei Spiegel- oder Gitterantennen der Fall ist.**
- + *** AIRWIN Flachantennen PAM-55-230 5 GHz 23dbi (baugleich [http://www.profi-wlan.de/product_info.php/cPath/108_140/products_id/672 Huber & Suhner])**

		** Alternativ http://www.netcomtechshop.de/product_info.php/info/p45 Interline-23dBi-5GHz-Flat-Panel-Richtantenne--mit-N-Female-Ansch.html INTERLINE] Flachantenn 5GHz 23dbi
	+	** Alternativ AIRWIN Flachantennen PAC-55-230 5GHz 23dbi (http://shop.varia-store.com/product_info.php?info=p584 Panel-Antenne-5-GHz--23-dBi--H-V-pol--IT-Elite.html Vergleichstyp])
	+	** Alternativ AIRWIN Flachantenne PAC-55-190 5GHz 19dbi
	+	** Alternativ AIRWIN Flachantenne PAC-55-140 5GHz 14dbi
		** Alternativ Gitterspiegel 5 GHz 27dbi (Achtung Witterung!!)
-		* Pigtail Adapter für Antennenanschluß MMCX auf N-Einbaubuchse "€ 10,-"
-		** Alternativ Pigtail Adapter für Antennenanschluß UFL auf N-Einbaubuchse € 10,- [http://shop.varia-store.com/product_info.php?info=p568 Pigtail-N-Buchse--Female--auf-MMCX.html]
		* Passendes Gehäuse für Montage, idealerweise aus Metall, wahlweise auch Kunststoff
-		** Bspw. ALIX Alu Gehäuse € 44,- [http://shop.varia-store.com/product_info.php?info=p551_ALIX-Outdoor-Gehaeuse-fuer-ALIX-3---WRAP-2--1x-Antenne-.html]
	+	** Bspw. ALIX Alu Gehäuse [http://shop.varia-store.com/product_info.php?info=p551_ALIX-Outdoor-Gehaeuse-fuer-ALIX-3---WRAP-2--1x-Antenne-.html]
	+	
	+	
	+	==LAN Kabel==
	+	[[Datei:SFTP.gif thumb SFTP Kabel]]

- + Im Prinzip kann zur LAN Verbindung jedes netzwerktaugliche Kabel verwendet werden.
- + ===UKW Störungen (QRM) durch LAN Kabel===
- + Test haben gezeigt, dass speziell Standorte mit VHF bzw. UHF Sprachumsetzern besondere Anforderungen an die Verkabelung, genauer an das Schirmmaß stellen.

- + Um Störungen bei den Umsetzern zu vermeiden empfiehlt es sich min. CAT 5e, besser CAT 6 Netzkabel mit der Kennzeichnung SFTP, SSTP oder PIMF zu verwenden. UTP (unshielded /ungeschirmte) Kabel sollten generell vermieden werden.

- + [http://de.wikipedia.org/wiki/Twisted-Pair-Kabel#S.2FFTP.2C_F.2FFTP_oder_SF.2FFTP . 28Screened Foiled Twisted Pair.29 Twistet pair Kabel auf Wikipedia]
- +
- + Bei gröber auftretendem QRM, speziell bei der Verlegung nahe der UKW Antennen, können auch zusätzliche, hochwertige [<http://www.vacuumschmelze.de/index.php?id=305&L=%272> Ringdrosseln] verwendet werden.

- + ""Hinweis!""
- + Klappferrite haben bei QRM im UKW Bereich meist nur mehr optischen Charakter, und sind daher ungeeignet.
- +
- + ==LowPower PC==

		Weiters können LowpowerPCs zum Einsatz kommen [http://shop.meconet.de/1.3.1.1-Mainboard ALIX.1C, LX800, 256MB, 1 LAN, 1 mPCI, 1 PCI-ext.flextor.make(detail,flextor)-de.html?&class=flextor&_edit=1358]
	+	Bspw. auch das mit 12V direkt versorgbare [http://www.intel.com/products/desktop/motherboards/D945GSEJT/D945GSEJT-overview.htm Intel® Desktop Board D945GSEJT] bzw. das neuere ASRock Q1900DC-ITX oder andere ITX Boards mit Onboard Prozessoren.
	+	Außerdem gibt es das [[TCE Tinycore Linux Projekt TCE Tinycore Linux Projekt]], welches sich ebenfalls mit Anwendungen wie Packet Radio und APRS auf LowPower Komponenten beschäftigt.
	+	
	+	==Software Einstellungen==
	+	Die Grundeinstellungen der Software ist zu finden unter [[Linkstart - Konfiguration vor dem Aufbau]]
	+	
	+	
	+	==Bezugsquellen==
-		Möglicher Bezug: Triotronik [http://www.triotronik.com/deutsch/produktuebersicht.php?navid=2]
	+	* [http://shop.varia-store.com Varia-Store] (Hardware von Mikrotik und Ubiquiti, sowie Antennen, miniPCI Karten, u.v.m.) '''TIP:''' Auf Nachfrage spezielle AFU Konditionen
	+	* [http://shop.omg.de OMG.de] (Hardware von Mikrotik und Ubiquiti, u.v.m.)
	+	* [http://www.triotronik.com Triotronik] (Mikrotik, Ubiquiti, Antennen, etc.)

- + * [<http://shop.meconet.de> meconet] (Hardware von Mikrotik und Ubiquiti, sowie Antennen, miniPCI Karten, u.v.m.)
- + * [<http://www.hofmannedv.yatego.com> Hofmann EDV] (Mikrotik, Ubiquiti, DBII) ""TIP: "" Auf Nachfrage spezielle AFU Konditionen
- + * [<http://interprojekt.com.pl> interprojekt] (Hardware von Mikrotik und Ubiquiti, sowie Antennen, miniPCI Karten, Gehäuse u.v.m.)
- + * [<http://shop.interline.pl> Interline] (Antennen)
- + * [<http://www.axuse.com> AXUSE] (Vielzahl an verschiedenen Antennen)

Aktuelle Version vom 24. Januar 2015, 13:31 Uhr

Inhaltsverzeichnis

1 Linkkomponenten - Linkequipment	11
2 Mikrotik Routerboard	11
2.1 miniPCI HF Karten	12
2.2 Pigtail	13
3 Ubiquiti Hardware	13
4 Antennen	13
5 LAN Kabel	13
5.1 UKW Störungen (QRM) durch LAN Kabel	14
6 LowPower PC	14
7 Software Einstellungen	14
8 Bezugsquellen	14

Linkkomponenten - Linkequipment

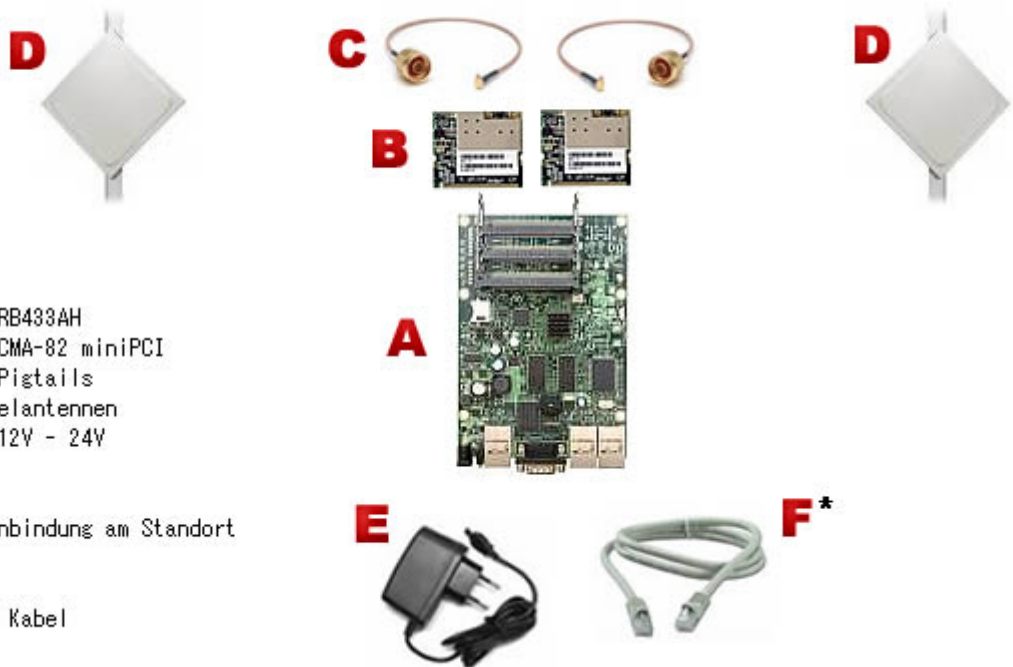
Für die Realisierung des HAMNET Backbone Netzes in OE setzen wir überwiegend die Komponenten der Firma Mikrotik ein.

Alternativ kommt vereinzelt auch Hardware des Herstellers Ubiquiti zum Einsatz.

Die Linkstrecken werden fast ausschließlich auf 5GHz realisiert, wobei folgendes Equipment zum Einsatz kommt:

- RouterBoard von Mikrotik
- miniPCI HF Karte
- Antenne
- Pigtail, Kabel, Stecker, Stromversorgung, etc.

Beispielsweise Ausführung als HF Bridge



Bestehend aus:

- A - 1 Stk. Mikrotik RB433AH
- B - 2 Stk. Wistron DCMA-82 miniPCI
- C - 2 Stk. N - MMCX Pigtails
- D - 2 Stk. 5 GHz Panelantennen
- E - 1 Stk. Netzteil 12V - 24V

* optional:

Falls eine Ethernetanbindung am Standort geplant ist

- F - 1 Stk. CAT6 SFTP Kabel

Mikrotik Routerboard

- **Mikrotik RB433 AH/UAH** für Knoten mit hohem Datenaufkommen (Level 5, 3x LAN, 3x miniPCI) [Datenblatt](#) **Manual Empfohlen**
- **Mikrotik RB433** für mittleres Datenaufkommen (Level 4, mit AP, 3x miniPCI) [Datenblatt](#)
- **Mikrotik RB411a**(Level 4, mit AP, 1x miniPCI) [Datenblatt/Anleitung](#)
- **Mikrotik RB493 AH/G** (Level 5, 9x LAN, 3x miniPCI)

Hinweis!

Die Versorgungsspannungsbandbreite der Mikrotik Routerboards reicht üblicherweise von 12 - 24V Gleichspannung. Eine Versorgung mit 12V direkt am Board zeigte in Versuchen eine bessere Betriebssicherheit (nahezu keine Ausfälle) als höhere Spannungen.

Außerdem sollte ausschließlich die **AH Variante** (oder höher) des Routerboards zum Einsatz kommen, da im Praxistest der Datendurchsatz bei den herkömmlichen Routerboards ohne AH oder UAH aufgrund der niedrigeren Prozessorgeschwindigkeit nur ein Bruchteil des Möglichen betrug.

miniPCI HF Karten

Single chain Karten:

- **Wistron DCMA-82** Highpower abg WLAN Karte MMCX-Stecker 27dbm [Datenblatt](#)
Empfehlung!
Diese Karte zeigte bei unseren Linkstrecken-Vergleichstests einen höheren Datendurchsatz bei geringerer Fehlerrate. Wir ziehen Sie daher den Mikrotik Karten bei Mittel- und Langstreckenlinks vor. Allerdings entsprechen die bei uns erhältlichen Karten nicht, wie meist angegeben, dem höheren Industriestandard, sondern sind im Bezug auf den Arbeitstemperaturbereich eher erst ab -10°C verwendbar!
- **DBII F50 PRO** Highpower an WLAN Karte MMCX-Stecker 27dbm [Datenblatt](#) **Empfehlung!**
Sehr gute Karte mit geringer Fehlerrate, sehr gutes Preis-Leistungsverhältnis. Verwendbar ab -40°C
- **Mikrotik R5H** Highpower a WLAN Karte MMCX-Stecker 25dbm [Datenblatt](#)
- **Mikrotik R52H** Mediumpower abg WLAN Karte UFL-Stecker 350mW [Datenblatt](#)
- **Mikrotik R52** Lowpower abg WLAN Karte für Kurzstrecken UFL-Stecker [Datenblatt](#) **Eher abzuraten!**
Diese Karte ist aufgrund Ihrer Arbeitstemperatur nicht für den Ausseneinsatz geeignet!
- **Ubiquiti SR5** Highpower a WLAN Karte MMCX-Stecker 26dbm
- **Ubiquiti XR5** Highpower a WLAN Karte MMCX-Stecker 28dbm

Dual chain Karten (MiMo):

- **DBII F52N PRO** Highpower abgn WLAN Karte MMCX-Stecker 28dbm [Datenblatt](#)
- **Ubiquiti SR71a** Highpower abgn WLAN Karte MMCX-Stecker 24dbm **Bedingt tauglich!**
Diese Karte zeigte in Test ein hohes Störpotential bei anderen, am gleichen Standort betriebenen Links
- **Mikrotik R52Hn** Highpower abgn WLAN Karte MMCX-Stecker 25dbm

Pigtail

Das Pigtail ist die Verbindung zwischen der miniPCI HF Karte und der Antenne. Diesem Bauteil sollte daher auch große Aufmerksamkeit gewidmet werden, da hier die meisten Verluste entstehen können.

- Pigtail Adapter für Antennenanschluß MMCX auf N-Einbaubuchse
 - Alternativ Pigtail Adapter für Antennenanschluß UFL auf N-Einbaubuchse [\[1\]](#)

Hinweis!

Pigtails von ebay Anbietern aus Fernost sollten aufgrund der meist minderwertigen Qualität nicht verwendet werden, zumal preislich zu den lokalen Anbietern kein großer Unterschied besteht.

Ubiquiti Hardware

Für Linkstrecken eignen sich auch einige Modelle des Herstellers [Ubiquiti](#).

Leider ist in diesen Fällen aber auch wieder ein Mikrotik Routerboard notwendig, da das von Ubiquiti eingesetzte AirOS das im HAMNET verwendete Routing BGP nicht unterstützt.

Praxis:

Tests mit zwei verwendeten NanoBridges (MiMo) in einem Link auf 16km fielen trotz einer angezeigten hohen Linkgeschwindigkeit (>100MBit) mit einem praktischen Datendurchsatz im einstelligen MBit Bereich eher ernüchternd aus. Der vorher verwendete single chain Link auf Mikrotik-Wistron Basis wies dagegen ein Vielfaches dieses Datendurchsatz auf.

Antennen

Es existieren aufgrund des Massenmarktes eine Vielzahl an möglichen Antennen. Aufgrund der geografischen Lage und der damit verbundenen Witterungsverhältnisse sollte Flachantennen der Vorzug gegeben werden.

Begründung:

Regen, Eis und Schnee haben sich zwar als verhältnismässig vernachlässigbare Einflüsse in Bezug auf die Signaldämpfung gezeigt, eine Kombination Dieser um den Tau- bzw. Gefrierpunkt ist aber als beträchtlich anzusehen.

Ein tauender Schneebelag fällt von einer Flachantenne wesentlich schneller ab, als dies bspw. bei Spiegel- oder Gitterantennen der Fall ist.

- AIRWIN Flachantennen PAM-55-230 5GHz 23dbi (baugleich [Huber & Suhner](#))
 - Alternativ [INTERLINE](#) Flachantenn 5GHz 23dbi
 - Alternativ AIRWIN Flachantennen PAC-55-230 5GHz 23dbi ([Vergleichstyp](#))
 - Alternativ AIRWIN Flachantenne PAC-55-190 5GHz 19dbi
 - Alternativ AIRWIN Flachantenne PAC-55-140 5GHz 14dbi
 - Alternativ Gitterspiegel 5 GHz 27dbi (Achtung Witterung!!)
- Passendes Gehäuse für Montage, idealerweise aus Metall, wahlweise auch Kunststoff
 - Bspw. ALIX Alu Gehäuse [\[2\]](#)

LAN Kabel

Im Prinzip kann zur LAN Verbindung jedes netzwerktaugliche Kabel verwendet werden.



UKW Störungen (QRM) durch LAN Kabel

Test haben gezeigt, dass speziell Standorte mit VHF bzw. UHF Sprachumsetzern besondere Anforderungen an die Verkabelung, genauer an das Schirmmaß stellen.

Um Störungen bei den Umsetzern zu vermeiden empfiehlt es sich min. CAT 5e, besser CAT 6 Netzkabel mit der Kennzeichnung SFTP, SSTP oder PIMF zu verwenden. UTP (unshielded /ungeschirmte) Kabel sollten generell vermieden werden.

[Twisted pair Kabel auf Wikipedia](#)

Bei größer auftretendem QRM, speziell bei der Verlegung nahe der UKW Antennen, können auch zusätzliche, hochwertige [Ringdrosseln](#) verwendet werden.

Hinweis! Klappferrite haben bei QRM im UKW Bereich meist nur mehr optischen Charakter, und sind daher ungeeignet.

LowPower PC

Weiters können LowpowerPCs zum Einsatz kommen [\[3\]](#)

Bspw. auch das mit 12V direkt versorgbare [Intel® Desktop Board D945GSEJT](#) bzw. das neuere ASRock Q1900DC-ITX oder andere ITX Boards mit Onboard Prozessoren.

Außerdem gibt es das [TCE Tinycore Linux Projekt](#), welches sich ebenfalls mit Anwendungen wie Packet Radio und APRS auf LowPower Komponenten beschäftigt.

Software Einstellungen

Die Grundeinstellungen der Software ist zu finden unter [Linkstart - Konfiguration vor dem Aufbau](#)

Bezugsquellen

- [Varia-Store](#) (Hardware von Mikrotik und Ubiquiti, sowie Antennen, miniPCI Karten, u.v.m.) **TIP:** Auf Nachfrage spezielle AFU Konditionen
- [OMG.de](#) (Hardware von Mikrotik und Ubiquiti, u.v.m.)
- [Triotronik](#) (Mikrotik, Ubiquiti, Antennen, etc.)
- [meconet](#) (Hardware von Mikrotik und Ubiquiti, sowie Antennen, miniPCI Karten, u.v.m.)
- [Hofmann EDV](#) (Mikrotik, Ubiquiti, DBII) **TIP:** Auf Nachfrage spezielle AFU Konditionen
- [interprojekt](#) (Hardware von Mikrotik und Ubiquiti, sowie Antennen, miniPCI Karten, Gehäuse u. v.m.)
- [Interline](#) (Antennen)
- [AXUSE](#) (Vielzahl an verschiedenen Antennen)