



Richtfunkplanungstool

RLTool

für Entwurf und Planung von digitalen Richtfunkstrecken und -netzen

Version 3.20 und höher

Kurzgefasste Beschreibung



RLTool ist ein Windows¹ gestütztes Programm für die Planung von Funkfeldern, Richtfunkverbindungen und -netzen. Das Programm läuft als Einzelversion auf einer MS Windows Plattform, entweder MS Windows XP (oder höher).

Das Programm enthält die folgenden Planungselemente:

- 1 *(Geografischer und topografischer) Netzplan*, einschließlich der Darstellung der RF-Kreise².
- 2 *Tabellarische Übersicht aller Standorte und Funkfelder*.
- 3 *Berechnung der Funkfeldgeometrie*, einschließlich der Erstellung von Geländeschnitten (Streckenprofilen), der Bestimmung der Antennhöhen und der Analyse des Geländeschnittes für variierende k -Werte, sowohl mit Hinblick auf den Freiraum als auch auf Bodenreflexionen.
- 4 *Bestimmung optimaler Antennenabstände* als Schutz gegen bodenreflektierte Radiostrahlen, einschließlich der Berechnung des Schutzgrades bei Variation des k -Wertes.
- 5 *Voraussage der Güte und Verfügbarkeit*, sowohl für die einzelnen Funkfelder als auch für komplette RF-Kreise unter Einbeziehung von Geräteverfügbarkeitsdaten und mittleren Reparaturzeiten, als auch der Nichtverfügbarkeit von zwischengeschalteten oder angeschlossenen Netzabschnitten über Kabelleitungen.
- 6 *Frequenzplanung und Interferenzberechnung*, mit Darstellung potentieller Interferenzpfade.

Programmversion *RLToolProPac* enthält die ersten 5 Elemente, *RLToolNet* enthält alle 6 Elemente.

¹ Windows ist ein registriertes Warenzeichen von Microsoft Corporation

² Siehe Anmerkung zu einigen Begriffen



RLTool ist nicht begrenzt auf bestimmte

- Radiofrequenzbereiche,
- Übertragungskapazitäten,
- Übertragungshierarchien (PDH oder SDH),
- Planungsziele oder
- Gerätetypen und Hersteller.

Das zu planende Netz kann ohne Einschränkung bestehen aus:

- Geräten verschiedener Hersteller und Typenserien,
- Funkfeldern und Geräten mit verschiedenem Systemaufbau,
- Funkfeldern und Kreisen mit unterschiedlicher Übertragungskapazität und rf^3 -Bändern.

RLTool unterstützt die Planung von sowohl einzelnen RF-Strecken als auch kompletter RF-Netze. Es ermöglicht auch die Einbeziehung passiver Zwischenstellen in die Planung. Weiter können Netzabschnitte über Kabelleitungen mit in die Planung und Berechnung einbezogen werden, um die Güte und Verfügbarkeit von Kreisen und Verbindungen mit verschiedenen Übertragungsmedien berechnen zu können.

Die im Programm angewendeten Formeln sind den entsprechenden ITU-Empfehlungen entnommen oder davon abgeleitet. Die Zahl der Funkfelder und Kreise, die vom Programm bearbeitet werden können, sowie die Anzahl der Funkfelder in einem Kreis ist nur durch die Rechenkapazität des verwendeten PC begrenzt. Die Ergebnisse werden in Tabellenform angezeigt, die Geländeschnitte in grafischer Form. Um einen schnellen und umfassenden Überblick zu bekommen, wird der Netzplan mit den geplanten und eventuell existierenden Funkfeldern als Karte dargestellt. Auf die gleiche Weise werden die unterschiedlichen RF-Kreise und die Interferenzpfade gezeigt. Die Tabellen und Grafiken werden auf dem Bildschirm in individuellen Fenstern angezeigt und können auf Papier oder als pdf-Datei gedruckt werden. Alle Daten, wie Eingangsdaten, Berechnungsergebnisse und Ausgangsdaten werden in einer Projektdatei gespeichert.

Die Mensch-Maschine-Kommunikation erfolgt mit Hilfe von Menüs und Untermenüs. Die Eingangsdaten werden über Dialogfelder eingegeben oder von einer Datendatei eingelesen. Die Gerätekennwerte – RF-Geräte, Antennen, Antennenleitungen – können von einer von *RLTool* verwalteten Datenbank geladen werden. Solche Datenbanken können bei *K&K Engineering* bestellt werden oder über ein im Programm integriertes menügesteuertes Dialog selbst erstellt werden. Von ITU-R empfohlene Daten, wie Planungsziele, meteorologische Daten, Freiraumkriterien usw. sind in einer programminternen Datenbank hinterlegt. Die in Projektdateien gespeicherten Daten früherer Planungen können jederzeit wieder ins Programm geladen und bearbeitet werden.

Anmerkung zu einigen Begriffen

In dieser Beschreibung mögen einige Begriffe und Abkürzungen dem Leser nicht unmittelbar geläufig sein. Diese sind hier erklärt.

- Kreis
In den ITU-Empfehlungen für die Planungsziele werden die englischen Begriffe "*planning objective*", "*hypothetical reference path*", "*real radio-relay links*", "*connections*" und "*radio-relay hops*" angewendet. Die entsprechenden deutsche Begriffe sind: *Planungsziele* (auch: *Planungsrichtlinien*), *hypothetischer Bezugskreis*, *realer Kreis*, *Verbindung* und *Funkfeld*. Da die Planungsziele für die "*links*", dh die *realen Kreise* definiert sind (u.a. in Empfehlung ITU-R F.1491), wird in dieser Beschreibung der Begriff *realer Kreis*, oder kurz: *Kreis* angewendet.
- Freiraum
In den ITU-R-Empfehlungen findet sich der Begriff "*free-space*" (*free-space propagation*, *free-space attenuation* etc). In der Beschreibung wird dafür das deutsche Wort *Freiraum* angewendet.
- RF steht für *Richtfunk*
- rf steht für *Radiofrequenz*

³ Siehe *Anmerkung zu einigen Begriffen*



Programmerkmale

1 Netzplan

Der Ausgangspunkt für das Programm ist der Netzplan, dh die geografische Abbildung des Netzes. Die "Karte" soll das gesamte zu planende Netz zeigen, einschließlich bereits existierender RF-Verbindungen – *siehe die vorseitige Abbildung*. Die meisten Eingangsdaten können von diesem Fenster aus aufgerufen werden.

Diesem Netzplan können frei gewählte Standorte für die RF-Stellen oder durch Koordinaten definierte Standorte zu Grunde liegen. Die Koordinaten können von Hand über ein Menü eingegeben werden oder aus einer Datenbank eingelesen werden. Ein ohne Koordinaten "von Hand" aufgebauter Netzplan kann jederzeit durch Eingabe der Koordinaten in einen koordinatdefinierten Netzplan überführt werden.

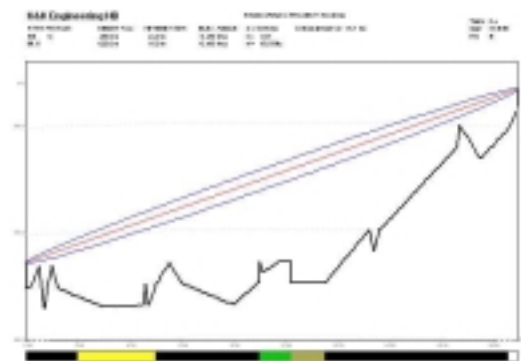
Der Maßstab kann entweder vom Anwender frei gewählt werden, zB 1:250 000, 1:100 000, etc, oder man lässt *RLTool* den Maßstab wählen, um die zur Verfügung stehende Karte am besten auszunutzen.

Der Netzplan kann auf Papier oder als pdf-Datei gedruckt werden.

2 Geländeschnitte

RLTool zeigt die Geländeschnitte in grafischer Form - *siehe Abbildung rechts*. Die Grafik zeigt:

- den unter dem Funkstrahl liegenden Geländeverlauf,
- dem Gelände überlagerte Objekte, wie einzelne Bäume, Wälder, Gebäude usw.,
- die 1. Fresnelzone,
- die gewählten Antennenhöhen,
- die Oberflächenbeschaffenheit – Wasser, Sand, Wiesen, Wälder usw. – als farbige Balken unter der Abstandsachse, und
- Bodenreflexionen, falls vorhanden.



Der Geländeschnitt wird für den k -Wert = 1,33 gezeigt.

Er kann aber auch für jeden anderen k -Wert dargestellt

werden. Die eingezeichneten Höhenlinien erlauben, Geländehöhen und Freiräume von der Grafik abzulesen oder zumindest abzuschätzen.

Die Geländedaten können vom Anwender über das entsprechende Menü von Hand eingegeben, von einer Datendatei eingelesen, oder von einer digitalen Kartendatenbank heruntergeladen werden. Gleichzeitig kann die Oberflächenbeschaffenheit mit eingegeben werden. Zusätzlich können Objekte, die nicht auf Karten oder in Datenbanken enthalten sind - Bäume, Gebäude usw. – eingefügt und dem Geländeschnitt überlagert werden. Von Datenbanken eingelesene Höhen- und Abstandsdaten können, wenn erforderlich, von Hand geändert werden.

3 Antennenhöhen

Ausgehend von den Geländedaten berechnet und optimiert *RLTool* die für den geplanten Freiraum notwendigen Antennenhöhen. Dabei werden zwei verschiedene k -Werte in Betracht gezogen, einer für *Standardatmosphäre* und einer für schwierige Ausbreitungsbedingungen. Sowohl die Größe des Freiraums als auch die k -Werte können entweder von Hand eingegeben werden oder automatisch der integrierten Datenbank entnommen werden, in der die von ITU-R empfohlenen Daten gespeichert sind.

4 Geländeschnittanalyse

Jeder Geländeschnitt wird unter Berücksichtigung der gewählten Antennenhöhen untersucht mit Hinblick auf

- Freiraum der 1. Fresnelzone, und
- Risiko für Bodenreflexionen.

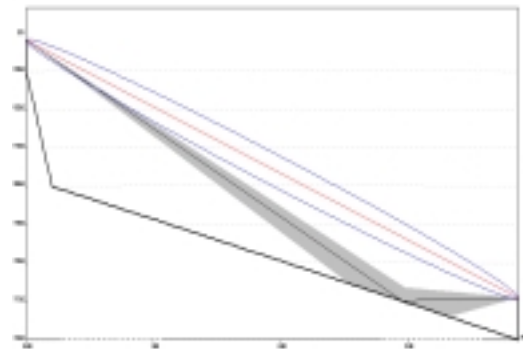
Die Analyse umfasst den k -Wertebereich von 0,5 - ∞ .

Bei der Untersuchung möglicher Bodenreflexionen wird die Neigung des Geländes berücksichtigt. Weiterhin wird jedes Geländesegment (dh das Gelände zwischen 2 Höhenwerten) nach oben und unten geschwenkt, um den Unterschied zwischen den eingegebenen Daten und dem wirklichen Geländeverlauf



zu berücksichtigen. Ermittelte mögliche Reflexionspunkte und –abschnitte werden sowohl in der Grafik - *siehe Abbildung rechts* - als auch in den entsprechenden Tabellen angezeigt.

Um den Einfluß bodenreflektierter Strahlen gegenzuwirken, schlägt *RLTool* einen für Raumdiversität optimalen Antennenabstand vor. Gleichzeitig wird der Verbesserungsgrad bei variierenden k-Werten berechnet.



5 Übertragungsdämpfung während schwundfreier Zeit

Folgende Parameter gehen in die Berechnung ein:

- *Freiraumdämpfung* (*RLTool* verwendet bei der Berechnung der Freiraumdämpfung immer die tatsächliche Länge des Funkstrahls und nicht die geodetische Länge, dh der Unterschied der Antennenhöhen ü.NN. wird mit einbezogen)
- *Zusatzdämpfung(en)* auf Grund von
 - * *Hindernissen,*
 - * *eingeschränktem Freiraum,*
 - * *HF-Dämpfungsgliedern,*
 - * *Periskopantennen,*
- *Verluste durch atmosphärische Gase,*
- *Dämpfung in den Antennenzuleitungen,*
- *Dämpfung in den Antennenweichen der RF-Geräte,*
- *Antennengewinnen,*
- *eventuellem Gewinn in einer passiven Zwischenstelle.*

6 Berechnung der Funkfeldgüte und -nichtverfügbarkeit

Die Berechnungen werden immer für beide Übertragungsrichtungen erstellt. Dabei werden die Ausbreitungsbedingungen und ihre Schwankungen berücksichtigt als auch die Einwirkung von Regen.

Folgende Parameter gehen in die Berechnung ein:

- die *Radiofrequenz* (Bandmittenfrequenz) in GHz;
- die *Funkstrahlänge* in km. Wenn die Standortkoordinaten gegeben sind, ermittelt *RLTool* diesen Parameter automatisch;
- der *punktueller Refraktionsgradient* in den untersten 65 m der Atmosphäre, der unter 1% des durchschnittlichen Jahres nicht überschritten wird. Dieser Parameter kann aus einer von ITU-R z.Vfg. gestellten Datenbank abgeleitet werden. Diese Datenbank ist in *RLTool* integriert;
- die *Geländewelligkeit*, definiert als die Standardabweichung in m der Geländehöhen (in m) innerhalb einer 110 km x 110 km großen Fläche rund um die Funkfeldmitte, mit einer Auflösung von 30". Die Geländedaten können der *Globe gtopo30*-Datenbank entnommen werden, die in der Programm-CD enthalten ist und auf die *RLTool* automatisch zugreift;
- die *Antennenhöhen über NN* in m;
- die Neigung des Funkstrahls in *milliradians*; wird von *RLTool* aus den geometrischen Funkfelddaten errechnet;
- die vom Regen beeinträchtigte Funkfeldlänge in km – die *effektive Funkfeldlänge*; diese wird von *RLTool* berechnet;
- die *Regenintensität/Minute* eines durchschnittlichen Jahres in mm/h, überschritten unter 0,01% der Zeit. Falls dieser Parameter nicht bekannt ist, errechnet *RLTool* ihn aus einer von ITU-R z.Vfg. gestellten Datenbank. Diese Datenbank ist im *RLTool* integriert ;
- der *Rx-Eingangspegel* während schwundfreier Zeit, errechnet von *RLTool*;
- die *Gerätedaten*, dh Senderausgangsleistung, Empfänger-Schwellenwert für die vorgegebene Bitfehlerrate und Empfänger-Signaturdaten. Falls der Sender mit ATPC arbeitet, wird dies berücksichtigt. Diese Daten können aus einer programminternen Datenbank abgerufen werden oder vom Anwender eingegeben werden.



Je nach den gewählten Planungszielen wird das Überschreiten dieser Planungsziele als Güteverschlechterung oder Nichtverfügbarkeit ausgewiesen.

7 Geländedatenbank

Die Berechnung der Geländewelligkeit – *siehe oben* – setzt einen Zugriff auf eine Geländedatenbank voraus. ITU-R empfiehlt die *gtopo30*-Datenbank. *RLTool* hat Zugriff auf diese Datenbank.

Sollen die Geländeschnitte mit Hilfe einer digitalen Karten-Datenbank erstellt werden, gibt es folgende Möglichkeiten:

- von Anwender erstellte Dateien im ASCII-Format,
- Zugriff auf die globale Karten-Datenbank des *US Geodetical Service*, frei verfügbar im Internet,
- regionale oder nationale Datenbank (In diesem Fall muß *K&K Engineering* das Format dieser Datenbank mitgeteilt werden).

Die Geländetopografie kann dem Netzplan unterlegt werden – *siehe obige Abbildung*.

8 Güteverbesserung durch Diversitätsempfang

RLTool unterstützt die folgenden Diversitätskonfigurationen:

- Frequenzdiversität,
- Raumdiversität,
- kombinierte Frequenz- und Raumdiversität,

und berechnet die Verbesserung durch Diversität unter Zugrundelegung der Diversitätsparameter – Frequenz- oder/und Antennenabstand – und der gemäß §6 errechneten Ergebnisse.

9 Güte und Nichtverfügbarkeit des Kreises (link)

Die Planungsziele sind gemäß ITU-R für den Richtfunkkreis definiert, und nicht für das einzelne Funkfeld. Um die errechnete Güte und Nichtverfügbarkeit mit den Planungszielen vergleichen zu können, sind die Funkfelder zu Richtfunkkreisen zusammenzufügen. Die kleinste Anzahl Funkfelder in einem Kreis ist 1 Funkfeld.

Der von *RLTool* erstellte Kreisplan ist im Prinzip eine Kopie des Netzplanes. Funkfelder, die zu einem Kreis zusammengefügt werden sollen, werden durch Anklicken der jeweiligen Funkfelder definiert – *siehe Abbildung rechts*. In dem gezeigten Kreisplan bilden 4 Funkfelder den Kreis *Rancher St - City* (rotmarkiert).

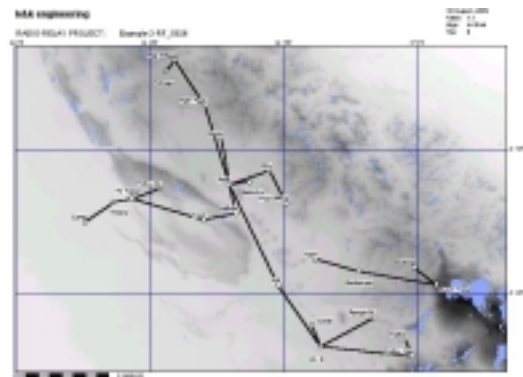
Alle weiteren Kreise werden auf die gleiche Weise definiert. Jeder Kreis hat seinen eigenen Kreisplan und wird in seinem eigenen Fenster dargestellt. Auch Kabelstrecken können Teil eines Kreises sein.

RLTool prüft, ob die gewählte Übertragungskapazität des Kreises die Kapazität des Funkfeldes mit der kleinsten Übertragungsrates überschreitet oder nicht.

RLTool fasst die errechneten Gütedaten der einzelnen Funkfelder zur Güte des Kreises zusammen und bearbeitet die Daten in Übereinstimmung mit den entsprechenden ITU-R-Empfehlungen. Eventuelle Kabelstrecken werden hierbei mit einbezogen.

Auf ähnliche Weise wird die Nichtverfügbarkeit des Kreises berechnet. Dabei werden folgende *voraus-sagbare* Ereignisse berücksichtigt:

- Nichtverfügbarkeit durch Regen,
- Nichtverfügbarkeit durch Mehrwegeausbreitung,
- Gerätenichtverfügbarkeit.





Um *nicht voraussagbare* Ereignisse zu berücksichtigen – menschlicher Faktor, Zerstörung des Antennenträgers usw. – kann dafür im *RLTool* ein frei wählbarer Prozentsatz des Planungszieles reserviert werden. Die vorgegebene Größe ist 20% (dh für die Nichtverfügbarkeit durch die voraussagbaren Ereignisse würden also 80% des Planungsziels z.Vfg stehen).

Der Berechnung der Gerätenichtverfügbarkeit liegen folgende Parameter zu Grunde:

- der Systemaufbau,
- die Fehlerrate der Geräte, dh die Summe der Fehlerraten der in Reihe geschalteten Baugruppen,
- die mittlere Reparaturzeit für eine einfache, ungeschützte Struktur, in der gleichen Zeiteinheit wie die Fehlerrate

und zusätzlich für Strukturen mit Geräteersatzschaltung :

- Fehlerrate für die (nicht geschützten) Gabelschaltungen und Umschalter usw. ,
- die mittlere Reparaturzeit für diese Einheiten, in der gleichen Zeiteinheit wie die Fehlerrate.

Die Berechnung der Gerätenichtverfügbarkeit beinhaltet auch die der Kabelstrecken.

Die Geräteparameter können von einer programminternen Datenbank geladen oder vom Anwender eingegeben werden.

10 Planungsziele

Der Anwender kann entweder seine eigenen Planungsziele eingeben oder die von ITU-R in den Empfehlungen G.821 und F.557 oder in G.826 und G.827 festgelegten Planungsziele wählen.

Anmerkung:

Zu beachten ist, dass die Empfehlungen G.826 und G.827 für PDH- und SDH-Strecken Übertragungsraten, Blockgrößen, Bits/Block und Bitfehlerraten für SESR (*Severely errored second ratio*) definieren. Diese festen Werte sind in den ITU-Planungsalgorithmen verankert. Bei abweichenden Übertragungskapazitäten, wie z.B. 80 *Mbit/s* oder 100 *Mbit/s*, kann nicht nach G.826 und G.827 geplant werden.

RLTool hat alle numerischen Werte der ITU-R-Planungsziele in seiner internen Datenbank. Wenn eines dieser Planungsziele gewählt wird, gelten die zugehörigen Werte für den Kreis. Bei anwendereigenen Planungszielen sind die entsprechen Werte von Hand einzugeben

11 Frequenzplanung und Interferenzberechnung

Für diesen Arbeitsgang werden folgende Parameter benötigt:

- die *Koordinaten* aller RF-Standorte
- die *Ausrüstungsparameter*, einschl. Interferenzempfindlichkeit
- die *Antennendaten*, einschl. Strahlungsdiagramme
- *alle Radiofrequenzen* (Die rf können von einem der ITU-R empfohlenen Kanalpläne, die im Programm integriert sind, gewählt werden, oder vom Anwender frei gewählt werden).

Die integrierte automatische Wahl der oberen (*U*) und unteren (*L*) Teilbänder des geplanten rf-Bandes erlaubt eine optimale Ausnutzung der verfügbaren Frequenzen. Aber *RTool* hat auch die Möglichkeit, Interferenzberechnungen für Standorte durchzuführen, die innerhalb eines rf-Bandes sowohl als *L*- als auch als *U*-Stellen arbeiten.

Existierende Standorte oder Netze, auch solche, die nicht Teil des neuen Netzes sind, aber in einem der zu planenden Frequenzbänder liegen, können mit dem neuen Netz interferieren. Um dies zu berücksichtigen, können diese Standorte mit in die Interferenzberechnung einbezogen werden.

Alle Frequenzen innerhalb des gleichen rf-Bandes werden gegeneinander auf Interferenz getestet. Hierbei wird die Bandbreite des gestörten Empfängers (Rx) und die Spektrumsbandbreite des störenden Senders (Tx) berücksichtigt, aber auch die zugehörigen Modulationsverfahren (4FSK, 4PSK, 16QAM, 128QAM etc.) und die Winkeldämpfung der Antennen für sowohl das störende als auch das gestörte Signal, und deren gegenseitige Raumwinkel.

Falls ein Funkfeld über eine passive Zwischenstelle läuft, werden auch die von dieser Zwischenstelle ausgehenden Interferenzsignale berechnet.



Für jeden Rx werden sowohl der Störpegel jedes einzelnen Interferenzsignals berechnet als auch die akkumulierte Störbelastung des Rx.

12 Interferenznetzplan

Zusätzlich zur *Frequenzliste* und zum *Kumulativen Interferenzrapport* erstellt *RLTool* einen grafischen *Interferenznetzplan*. In diesem Plan werden alle Interferenzsignale mit einem Pegel größer als ein wählbarer Schwellenwert gezeigt.

Wenn der Interferenzpfad angeklickt wird, wird der zugehörige Interferenzrapport geöffnet.

Das Beispiel in der nebenstehenden Abbildung zeigt eine störende Interferenzverbindung zwischen den Funkfeldern *Hill – Village* und *Hill – Valley*.



13 ATPC-Funktion

Wenn die gewählte RF-Ausrüstung mit ATPC (*Adaptive Transmitter Power Control*) ausgestattet ist, wird dies von *RLTool* sowohl bei der Güte- als auch der Interferenzberechnung berücksichtigt: Alle Parameter, die sich auf schwundfreien Betrieb beziehen, werden mit der durch ATPC verringerten Tx-Ausgangsleistung berechnet, und die schwundrelatierten Parameter mit der maximalen Ausgangsleistung (ATPC = 0).

14 Kapazitätsplanung

Jedes Funkfeld in einem Netz kann zu einem oder mehreren Kreisen gehören, wobei jeder Kreis ein oder mehrere 2 Mbit/s-(E1)-Kanäle überträgt. Um die Kapazitätsplanung des neuen Netzes oder die Erweiterung früher geplanter Kreise zu erleichtern, kann im Kreisplan die aktuelle Belegung mit 2 Mbit/s-Kanälen gezeigt werden: Im Kreisplan wird die Zahl der belegten 2 Mbit/s-Kanäle jedes Funkfeldes angezeigt, als auch die Zahl der noch verfügbaren 2 Mbit/s-Kanäle. Dies wird auch in einer Tabelle zusammengefasst.

15 Voreingestellte Werte und Tests

Für eine Anzahl Parameter - wie die Verzögerungszeit bei der Signatur, die niedrigste Durchschnittstemperatur oder den k-Wert etc. - sind im *RLTool* Werte vorgegeben. Diese Werte können vom Anwender geändert werden.

Das Programm enthält auch eine große Anzahl von Tests, wobei entweder die Richtigkeit eingegebener Daten geprüft wird, zB ob das gewählte rf-Band überhaupt für Richtfunk zugelassen ist, oder ob der geplante Kreis die Übertragungskapazität für die Zahl der gewünschten 2 Mbit/s-Kanäle hat usw., oder ob berechnete Werte innerhalb des Möglichen liegen, wie Schwundreserve usw.

Weitere Informationen

Eine mehr detaillierte Beschreibung - *Functional Description KKE0701* - kann von *K&K Engineering's* Internetseite <http://www.kk-engineering.a.se/download.html> heruntergeladen werden. Weiterhin kann eine Demo-Version von *RLTool* kostenfrei von der gleichen Internetseite heruntergeladen werden. Diese Version unterscheidet sich von der lizenzierten Version dadurch, daß keine Daten - eingegebene oder berechnete - gespeichert werden können. Es können auch keine Tabellen oder Netzpläne ausgedruckt werden.

K&K Engineering hat auch 4 Handbücher zur Planung von RF-Netzen herausgegeben:

- *Planning and engineering of radio-relay systems*
- *Performance and availability as applied to digital radio-relay systems*
- *Frequency planning of digital radio-relay systems*
- *Performance and availability - Principles and formulae*

Diese Handbücher sind ein - kostenfreier - Bestandteil des *RLTool*-Programmpaketes, können aber auch freistehend und kostenpflichtig bestellt werden.



© 2008 Vervielfältigen des Inhalts dieser Beschreibung sowie Übersetzung in andere Sprachen, ganz oder teilweise, ist ohne Erlaubnis von *K&K Engineering HB* nicht gestattet. Dies beinhaltet jegliche Vervielfältigung durch Ablichtung, Druck, Band- und CD/DVD-Einspielung, elektronische Speicherung und Übertragung usw.

K&K Engineering HB, Box 2, S-610 54 NÄVEKVARN / Schweden

Fspr: +46-155-535 77 oder +46-8-532 51 888

Funk: +46-706-20 84 77

E-Post: Heinz.Karl@KK-Engineering.a.se

Internet: <http://www.KK-Engineering.a.se>