

Pflichtenheft Vorschlag

Abschluss Prototyp / Machbarkeitsstudie

Der Abschluss der Machbarkeitsstudie soll mit folgenden Punkten erreicht werden. Nach dem Abschluss soll der Status ausreichend sein, um mit der Entwicklung einer Klein-Serie anfangen zu können.

Begriffserklärung:

Schaltmatrix:	Matrix in welcher hinterlegt ist, wie welcher IO-Ausgang zu Schalten bzw. IO-Eingang zu interpretieren ist.
Zuordnungsmatrix:	Matrix in welcher hinterlegt ist, welcher Befehl zu welchen Peer Teilnehmern gesendet werden soll.
Konfigurationsmatrix:	Schaltmatrix & Zuordnungsmatrix
Anmelde Peer/Agent:	Peer, welcher bei der Anmeldung in das PLC-Netzwerk als Vermittler zum Koordinator benutzt wird.
Zwischen Peer:	Peer, welcher auf einer Route zur Weiterleitung von Daten genutzt wird (Bei der PLC Übertragung)
Verbindungsqualität	Interne Kosten einer Route von einem Peer A zu einem Peer B
Übertragungsqualität	Rauschabstand einer Übertragenen Nachricht welche mit der Signalqualität gleich zu setzen ist

Isolation/Partitionierung

Pos.	
1.0	Alive Abfrage
1.1	<p>Die bestehende Alive Abfrage soll beschleunigt werden. Hiermit ist gemeint das nach dem Absenden einer Alive-Abfrage eine Rückmeldung durch den Empfänger in spätestens 700 ms erfolgen soll. In dieses Zeitfensters fällt die Übertragungszeit der eingehenden und ausgehenden Nachricht sowie die Verarbeitungszeit des Prototyps. Diese Zeit kann mit der Netzwerkteilnehmeranzahl multipliziert werden um auf die Gesamtabfragezeit des verteilten Systems zu kommen. ($T * \text{Modulzahl} = \text{Abfragezeit}$ mit $T \leq 700\text{ms}$)</p> <p>Abnahme Kriterium: Abgleich Sende- und Antwortnachricht einer Abfrage auf Oszilloskop-Bild</p>
1.1.0.1	<p>Einbettung der Alive Abfrage auf Interrupt Ebene für eine schnellere Verarbeitungszeit</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Abfrage Im UART-RX Interrupt auf eine bestimmte Zeichenabfolge ⇒ Auslösen der Verarbeitung im UART-RX Interrupt ⇒ Ausgabe im UART-TX Interrupt als nächstes Telegramm (Flagge setzen) ⇒ P2P Weiterleitung ermöglichen (siehe 1.1.1.3 ff.) ⇒ Einbettung einer Bestätigung sowie dem erneuten Nachfragen beim Ausbleiben einer Bestätigung ⇒ Testen der Alive Funktionalität

-	Anpassung der Kommunikationsgeschwindigkeit zwischen Host-CPU und Modem auf 750k Baud nach dem Hochladen der CPX-Firmware.
1.1.1	Damit ausfallende Peers das verteilte System nicht beeinträchtigen, soll eine Routing-Struktur entwickelt werden, welche es ermöglicht ausfallende Peers und hiermit verbundene Routen zu überbrücken.
1.1.1.1	Ausarbeitung von Struktur-Konzept, Skizzen und Aktivitätsdiagrammen zum Festhalten einer passenden Überbrückungsstrategie <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Allgemeine Routing Struktur Skizze des Systems ⇒ Skizzen des Ausfalls von einem und mehreren Teilnehmern bis hin zur Isolation/Partitionierung einzelner Strang-Teile ⇒ Aktivitätsdiagramm zum Überbrücken eines Teilnehmers bei einem Fehler Fall ⇒ Aktivitätsdiagramm des Routenaufbaus für die Alive Kette (siehe 1.1.1.3)
1.1.1.2	Erstellung von Algorithmen zum Speichern, Laden, Verwalten von Routing Informationen <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Integration des Interface aus 2.1.1 ⇒ Anbindung des Interfaces ans Terminal zum Speichern, Laden, Anzeigen von Routen ⇒ Erstellung einer Speicher Struktur für Routen Informationen ⇒ Testen der Nutzung von Ersatz-Routen
1.1.1.3	Erstellung eines Algorithmus zur Festlegung der Nachbarschaft einzelner Netzwerkteilnehmer sowie einem auf der Nachbarschaft basierten Routing-Algorithmus. <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Ermittlung der Nachbarschaft durch Discovery Informationen (siehe 4.1.5) ⇒ Implementierung des P2P Routings zwischen den jeweiligen Nachbarn (doppelt verkettete Liste) ⇒ Implementierung eines Post Routing-Prozess zum erstellen von Ersatz-Routen zur Überbrückung (siehe 1.1.2) ⇒ Testen der 3 Algorithmen und deren Zusammenspiel
1.1.2	Bei einem Ausfall eines Teilnehmers soll eine Nachricht mit dem Fehlen des Teilnehmers an den Koordinator zurückgegeben werden und die Alive Abfrage überspringt den fehlenden Teilnehmer und fragt den nächsten möglichen Teilnehmer der Abfragereihenfolge an.
1.1.2.1	Erstellung einer Ausnahme Reaktion beim Ausbleiben einer wiederholten Alive Abfrage <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Warnung wird an den Koordinator/Leitstelle zurückgegeben und auf seinem Terminal angezeigt (Direktes Routing oder aktiv über mehrere Peers Weitergeleitet) ⇒ Laden und Nutzen der Alternativ Route um weiterführende Peers zu erreichen ⇒ Fortführen der Alive Abfrage hinter dem ausgefallenen Peer organisieren ⇒ Testen eines Ausfalls und der Weiterführung und Meldung der Alive Abfrage
1.1.3	Sofern ein Netzwerkteil aufgrund von ausfallenden Peers isoliert wird, sollen die isolierten Peers ein Notfallprogramm ausführen. Dieses Notfallprogramm besteht aus einer zuvor konfigurierbaren Ansteuerung der Modul-Ausgänge sowie einer Information an die erreichbaren Netzwerkteilnehmer.
1.1.3.1	Erstellung eines Alive Warte Time Outs, welcher jeden Peer auf das Alive-Signal des Koordinators warten lässt. <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Erstellung des AliveAwaitTimeout (vergl. 2.2.2) ⇒ Den Timer via Terminal Ein- /Ausschalten

1.1.3.2	<p>Ausnahme des Notfallprogramm bei Ablauf des AliveAwaitTimeOuts einbetten</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Erfragen der Bestätigung der Isolierung durch Nachbar-Teilnehmer ⇒ Einbettung einer Sendebestätigung/Verneinung der Notfallprogramm-Anfrage anderer Netzwerkteilnehmer ⇒ Auslösung des hinterlegten Schaltmatrixbefehls zum schalten von Ausgängen.
1.2	<p>AME soll sich an Renesas wenden und anfragen ob und wie paralleles Senden auf einer Phase möglich ist.</p> <p>Hiermit ist gemeint, dass Signale auf verschiedenen Trägerfrequenzen des Powerline Systems zur selben Zeit versendet werden können.</p> <p>Abnahme Kriterium: Bestätigung oder Verneinung sowie eine kurze Erläuterung/Skizze</p>
1.2.1	<p>E-Mail und Skizzierung</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ E-Mail Schreiben mit Rückfragen ⇒ Erstellung Skizze sowie Stellungnahme Ausarbeiten
1.3	<p>Ein paralleles Senden soll mithilfe von PLC-Teilnehmern getestet werden.</p> <p>Abnahme Kriterium: Testprotokoll mit Ergebnis und gemessenen Zeiten</p>
1.3.1	<p>Paralleles Senden als Test aufbauen und durchführen</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Peers anschließen in korrekten Systemstand bringen ⇒ Test Algorithmus zum zyklischen/zeitgleichen Senden entwickeln und überspielen ⇒ Zeiten auswerten und Protokoll verfassen
1.4	<p>AME soll sich an Renesas wenden und anfragen, ob es auf rechtlicher Ebene für die Powerline Übertragung (auf dem genutzten Frequenz Band Cenelec A) Richtlinien oder Begrenzungen gibt. Darüber hinaus soll AME recherchieren ob und wie viel das Frequenzband Cenelec A/FCC genutzt wird.</p> <p>Abnahme Kriterium: Bestätigung oder Verneinung sowie eine kurze Erläuterung</p>
1.4.1	<p>E-Mail und Recherche</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ E-Mail Schreiben mit Rückfragen ⇒ Recherche zur Nutzung betreiben ⇒ Stellungnahme Ausarbeiten
1.5	<p>AME soll ein Konzept erarbeiten in welchem die Routen-Struktur der Alive Abfrage in einer späteren Datenverteilung (Switchmatrix) sowie Kommunikation eingebunden werden kann. Es soll sichergestellt werden, dass während/zwischen/nach einer Alive -Abfrage ein Alarm-Szenario berücksichtigt wird.</p> <p>Abnahme Kriterium: Skizzen und Dokumentation zur Verteilung von Daten sowie der Kommunikation von Peers untereinander z.B. Alarmverhalten</p>
1.5.1	<p>Erarbeitung des Kommunikations-Konzepts</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Skizzierung der Übertragung eines Schaltbefehls an andere Peers mit Ausfallprävention ⇒ Vergleich von Alive und Schaltbefehl Kommunikation (Sequenziell? Nebenläufig?) ⇒ Aktivitätsdiagramm zum Verteilen von Konfigurationsmatrizen ⇒ Ausarbeitung einer Struktur zur Übertragung der Konfigurationsmatrizen und Abfrage
2.0	Force Join

2.1	<p>Nach dem erfolgreichen Anmelden in einem Netzwerk, sowie bei einem erfolgreichen Routenaufbau zum Koordinator sollen Netzwerk- und Routinginformationen im Peer hinterlegt werden, sodass ein späterer Force-Join automatisiert möglich ist.</p> <p>Abnahme Kriterium: Terminal-Abfrage eines Peers, welcher die hinterlegten Informationen anzeigt</p>
2.1.1	<p>Erstellung einer Software-Schnittstelle zum Speichern von Parameter, welche für einen Force-Join benötigt werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Erstellung eines Automatismus zum Anfragen der Force Join Informationen vom Modem ⇒ Erstellung eines Interfaces, welches Speicher- und Ladeanfragen wie (Routing; Neighbour; FrameCounter) entgegennimmt. ⇒ Erstellung eines Treibers zum Verwalten des Host-CPU Speichers, welcher das Interface implementiert und Speicheroperationen auf dem RX111 ausführen kann. ⇒ Anbindung des Interfaces bei Änderung der Parameter oder zyklischem Speichern ⇒ Anbindung des Interfaces bei Initialem Laden
2.2	<p>Der Peer soll um einen Automatismus erweitert werden, welcher ihn anleitet einen Force-Join durchzuführen, sofern Netzwerkdaten korrekt hinterlegt sind. Andernfalls soll das aktuell implementierte Vorgehen (Netzwerksuche und anschließender Join) ausgeführt werden.</p> <p>Abnahme Kriterium: Peer soll nach der Initialisierung in wenigen Sekunden angemeldet und empfangsbereit sein. Ausgabe der benötigten Zeit zwischen Initialisierung und abgeschlossenem Force Join.</p>
2.2.1	<p>Einbettung des Force-Joins in den PLC-Autostart.</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Erweiterung der PLC-Autostart Schrittkette um Abfrage; Laden der Force-Join Parameter und ggf. Durchführung des Force-Joins
2.2.2	<p>Erstellung eines Timers, welcher die benötigte Zeit des PLC-Autostarts tracket und ausgibt.</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Erstellung einer Timer Klasse ⇒ Einbindung in einen Timer Interrupt ⇒ Gestaltung der Timer Ausgabe ⇒ Einbindung Start Stop des Timers in den PLC-Autostart sowie das Anstoßen der Ausgabe
2.3	<p>Nach erfolgreichem Force-Join soll der Teilnehmer mit dem Koordinator kommunizieren, um seine Netzwerk-Zugehörigkeit zu verifizieren und dem Koordinator die Information des erneuten Beitritts zu liefern. Falls eine Verifizierung ausbleibt wird der Peer neugestartet und die initiale Netzwerksuche wird durchgeführt.</p> <p>Abnahme Kriterium: Anzeige des Peer-Beitritts auf dem Koordinator welche über den Force-Join in das Netzwerk eingetreten sind.</p>
2.3.1	<p>Erstellung eines Algorithmus zur Verifizierung der Netzwerk-Zugehörigkeit</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Einbetten einer automatischen Sendung einer Verifizierungsanfrage an den Koordinator ⇒ Auswertung der Verifizierungssignatur auf Koordinator-Ebene ⇒ Bestätigung der Verifizierung durch den Koordinator ⇒ Ggf. neu Routing auf Koordinator Seite ⇒ Implementierung eines Time-Outs auf Peer Seite mit Löschung der Netzwerk-Parameter und System Neustart

2.4	<p>Neben den Peers muss auch der Koordinator nach einem Power-Down-Szenario hinterlegte Routen und alle Netzwerkteilnehmer erneut im Modem anmelden. Hierfür muss der Koordinator um einen entsprechenden Automatismus nach Systemstart erweitert werden. Nach einer gewissen Wartezeit müssen die Netzwerkteilnehmer angefragt werden um ihre Netzwerkmitgliedschaft zu verifizieren.</p> <p>Abnahme Kriterium: Anzeige der angemeldeten Teilnehmer und Routen sowie der Verifizierungskommunikation</p>
2.4.1	<p>Erstellung eines Algorithmus zum erneuten Anmelden hinterlegter Teilnehmer sowie dem Laden von bestehenden Routen.</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Laden und Speichern von der internen Teilnehmer Liste ⇒ Setzen der Client Info für jeden hinterlegten Teilnehmer ⇒ Laden von Neighbour- und Routing-Tabellen ⇒ Einbetten des Algorithmus in den PLC-Autostart
2.4.2	<p>Abfragen zur Netzwerkteilnehmer Verifizierung</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Automatismus zum Abfragen der hinterlegten Teilnehmer ⇒ Erweiterung der Verifizierungssignatur auf Peer Seite ⇒ Abfrage Handschake Implementieren ⇒ Ggf. neu Routing anstoßen ⇒ Routing Informationen nicht verwerfen und bei Neu-Anmeldungen ggf. nutzen
3.0	Paralleler Initial Join
3.1	<p>Der Anmeldevorgang des Prototyps soll überarbeitet werden, sodass ein nahezu paralleles Anmelden möglich ist. Der Koordinator soll in der Lage sein mehrere Anmeldeanfragen schnell hintereinander abzuarbeiten und sofern nötig ggf. zu ignorieren. Ein Peer soll ein einmalig gefundenes Netzwerk öfter anfragen bevor er erneut eine Suchanfrage startet.</p> <p>Abnahme Kriterium: Mehrere Peers sollen zeitgleich gestartet werden und anschließend nach einer gewissen Zeit via Terminalanzeige auf dem Koordinator angemeldet sein. Zudem sollen die Peers die benötigte Anmeldezeit ausgeben.</p>
3.1.1	<p>Anpassung des Peer Join Verhaltens bei Time-Out. Nachdem ein Peer einem Netzwerk nicht beitreten konnte, wartet dieser eine (zufällige) Zeitspanne und versucht erneut dem Netzwerk beizutreten. Sollte der Beitritt x-mal nicht funktionieren wird ein erneutes Suchen angestoßen.</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Erstellung/ Anpassung des Peer-Anmelde Aktivitätsdiagramms ⇒ Erweiterung der PLC-Autostart Routine um das Warten und erneute anmelden
3.1.2	<p>Anpassung des Coordinator Join Verhaltens bei Peer Anmeldung. Eingehende Anmeldeanfragen sollen bearbeitet werden können, obwohl eine Anmeldung noch nicht abgeschlossen wurde.</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Nebenläufigkeit der Anmeldungen ermöglichen. IP Adressen der Anmeldung intern hochzählen. ⇒ Sofern nötig Anmeldungen ignorieren / zurückhalten
4.0	Analyse der Netzwerkparameter
4.1	<p>Über den Koordinator soll es möglich sein via Terminal Analyseanfragen durchzuführen welche Informationen über Signalstärke, Anmelde Informationen eines Peers, Verbindungsqualität von Routen sowie den Verlauf einzelner Routen mit Zwischen-Peers liefert.</p> <p>Abnahme Kriterium: Terminal Abfrage welche Informationen zurückgibt.</p>

4.1.1	<p>Ausgabe Analyse-Informationen bei Netzwerk-Beitritt auf Peer Seite:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anzahl der erreichbaren Anmelde-Peers • Übertragungsqualität des Signals vom Peer zum Anmelde-Peer • Netz-Phase des beigetretenen Teilnehmers • Verbindungsqualität der Route des Anmelde-Peers zum Koordinator <p>⇒ Die Anzahl sowie Übertragungs- und Verbindungsqualität über Discovery Befehl abfragen</p> <p>⇒ Phase über den Mac-Layer des Peers nach Systemstart abfragen und auf Host-CPU speichern</p> <p>⇒ Netzwerk Informationen gebündelt nach Netzwerkbeitritt auf dem Terminal ausgeben.</p>
4.1.2	<p>Automatisiertes Senden der Analyse-Informationen bei erfolgreichen Netzwerkbeitritt an Koordinator:</p> <p>⇒ Dieser Schritt wird in den PLC-Autostart Algorithmus eingebettet und greift auf die bereits implementierte Methodik des Daten-Sendens zurück</p> <p>⇒ Die in 4.1.1 Gewonnenen Daten müssen in ein Kompaktes Daten-Format überführt werden</p> <p>⇒ Ein wiederholtes Senden sowie eine Bestätigung Seitens des Koordinators muss erfolgen</p>
4.1.3	<p>Implementierung des Path-Discovery-Befehls mit passender Darstellung (Terminal)</p> <p>Dieser Befehl gibt aus, welche Zwischen Peers auf einer Route genutzt werden und mit welcher internen Bewertung (sog. „LinkCost“) diese Strecken behaftet sind</p> <p>⇒ Path-Discovery-Befehl implementieren und als Terminal Befehl einbetten</p> <p>⇒ Modem Rückgabe interpretieren und auf dem Terminal darstellen</p>
4.1.4	<p>Anfrage einer Path Discovery Anfrage zwischen zwei Peers ausgelöst durch den Koordinator mit Rückgabe von Analyse-Informationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Übertragungsqualität der Signale (Koordinator-> Peer1; Peer1->Koordinator) • Verbindungsqualität der Route zwischen den beiden Peers • Ausgabe der Zwischen Peers auf der Route <p>⇒ Remote-Path-Discovery-Befehl implementieren und als Terminal Befehl einbetten</p> <p>⇒ Daten Sende/Empfangs Protokoll um Remote-Path-Discovery Signatur erweitern</p> <p>⇒ Path Discovery Automatisiert auslösen und Antwort verarbeiten</p> <p>⇒ Antwort Transformieren und an Koordinator zurück senden</p>
4.1.5	<p>Anfrage einer Discovery Anfrage mit Passender Darstellung von Koordinator zu Peer um die Signalstärke zu Nachbarn zu Prüfen.</p> <p>⇒ Discovery-Befehl als Terminal Befehl anbinden</p> <p>⇒ Antwort menschenlesbar darstellen</p>
4.1.6	<p>Dokumentation der Befehle: Path-Discovery; Remote-Path-Discovery und Neighbour-Discovery sowie Beschreibung der Information bei Netzwerk Beitritt</p> <p>⇒ Word Dokument mit entsprechender Beschreibung anfertigen</p>

5.0	Netzfilter
5.1	<p>Es soll getestet werden ob ein Netzfilter Frequenzstörungen von anderen PLC Anwendungen unterbinden kann. Hierfür soll ein Feldtest mit verschiedenen Filtern durchgeführt werden. Insbesondere soll die Auswirkung des Filters auf die Netzwerkqualität der bestehenden gewollten Netzwerke untersucht werden.</p> <p>Abnahme Kriterium: Protokoll über die Ergebnisse des Feldtests</p>
5.1.1	<p>Im Feldtest sollen verschiedene Szenarien mit einem Netzfilter aufgebaut werden. Anhand der oben aufgeführten Analyse-Möglichkeiten können dann die Einschränkungen & die Wirksamkeit dieser Filter bestimmt werden.</p> <p>Zusätzlich können auch Störer in das System implementiert werden, die im gleichen Frequenzband ihre Nachrichten senden. Dadurch können Frequenzstörungen simuliert und durch eine Filterschaltung eliminiert werden.</p>