

---

## Inhaltsverzeichnis

<b>I. Abstract (Deutsch)</b>	<b>3</b>
<b>II. Abstract (Englisch)</b>	<b>4</b>
<b>III. Danksagung</b>	<b>5</b>
<b>1. Einleitung</b>	<b>6</b>
1.1. Arbeitsumfeld	6
1.2. Aufgabenstellung	7
1.3. Gliederung der Arbeit	8
<b>2. Projektbeschreibung</b>	<b>9</b>
2.1. iSANLA	9
2.2. Applikationen	11
2.2.1. Human Applikation	11
2.2.2. Schleiereulen Applikation	11
2.3. Spezifikation für die Funkübertragung und Zeitsynchronisation	12
<b>3. Grundlagen des verwendeten Funkprotokolls</b>	<b>14</b>
3.1. Vorstellung verbreiteter Funkstandards	14
3.2. Spezifikation des verwendeten Funkstandards (IEEE802.15.4)	16
3.2.1. Bitübertragungsschicht und PLME	20
3.2.2. Sicherungsschicht mit MLME und MCPS	21
3.2.3. Rahmenformat	25
3.2.4. Die Geräteklassen	26
3.2.5. Netzwerktopologien	27
<b>4. Hardwareaufbau des Sensorknotens</b>	<b>29</b>
4.1. Konzeptbeschreibung	29
4.2. Zusammenwirken der Hard- und Software	31
4.3. Texas Instruments MSP430	32
4.4. RF Transceiver Chipcon CC2420	34
<b>5. Programmierung der funkbasierten PC Schnittstelle</b>	<b>37</b>
5.1. MLME-fähiger USB-Dongle	37
5.2. Graphical User Interface mit Qt	38
<b>6. Implementierung des RF-Software-Stacks auf dem Mikrocontroller</b>	<b>43</b>
6.1. Die Kommunikations- und Hardware Klassen	43
6.2. Optimierung der Performance beim Datenaustausch	48
6.3. Brutto - Netto Vergleich der erzielten Datenrate	49
6.4. Integration in FRABOS	53
<b>7. Entwicklung der Zeitsynchronisation</b>	<b>57</b>
7.1. Vorstellung etablierter Zeitsynchronisationsverfahren	57

---

7.2. Kritischer Pfad	59
7.3. Modifizierte „Reference Broadcast Synchronization“	60
7.4. Implementierung des Master–Slave Konzeptes	62
7.5. Jitter-Performance der Master-Slave Synchronisation	64
<b>8. Zusammenfassung</b>	<b>67</b>
<b>9. Ergebnisse und Fazit</b>	<b>69</b>
<b>10. Ausblick</b>	<b>72</b>
<b>IV. Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>73</b>
<b>V. Abbildungsverzeichnis</b>	<b>75</b>
<b>VI. Tabellenverzeichnis</b>	<b>76</b>
<b>VII. Formelverzeichnis</b>	<b>76</b>
<b>VIII. Literaturverzeichnis</b>	<b>77</b>
<b>IX. Online Referenzen</b>	<b>77</b>