

# **KLIMABARRIEREFREIHEIT**

## **Eine neue Form des Klimamonitorings**

Vom Fachbereich Raum- und Umweltplanung der Technischen Universität Kaiserslautern  
zur Verleihung des akademischen Grades Doktor-Ingenieur (Dr.-Ing.) genehmigte  
Dissertation von: Diplom-Ingenieur Benjamin Allbach

Mündliche Prüfung:	03.08.2017
Dekan:	Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Sascha Henninger
Vorsitzender der Prüfungskommission:	Univ.-Prof. Dr. habil. Gabi Troeger-Weiß
Berichterstatter:	Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Sascha Henninger Univ.-Prof. Dr. phil. habil. Jochen Kuhn

## *Inhaltsverzeichnis*

---

1	Einleitung.....	1
1.1	Einordnung der Arbeit - Forschungsstand.....	3
1.2	Darlegung des Problems.....	6
1.3	Zielformulierung.....	8
1.4	Ablauf.....	9
2	Theoretische Grundlagen - Information und Wissen.....	10
2.1	Informationen.....	11
2.2	Aufnahme und Verarbeitung von Reizen - Wahrnehmung.....	12
2.3	Menschliche Sensoren (natürliche).....	13
2.3.1	Defintion und Wirkungsweise .....	13
2.3.2	Technische Einteilung .....	13
2.4	Was ist Wissen? .....	14
2.4.1	Wissen und Computer - Visualisierung im raumplanerischen Kontext.....	15
2.5	Wer ist an der Wissensgenerierung beteiligt? (Urban Sensing, Raumsensorik) ....	18
2.6	Wie kann Wissen zugänglich gemacht werden?.....	21
2.7	„Wie kann Wissen digital repräsentiert werden?“ .....	22
2.7.1	Website - Internetauftritt.....	22
2.7.2	Apps .....	22
2.7.3	GIS - Geo-Informationssystem.....	23
2.7.4	WEB GIS - Programme .....	24
2.7.5	Die menschliche Wahrnehmung - Augmented Reality Hinleitung.....	27
2.7.6	Augmented Reality & Virtual Reality.....	28
2.8	Informationsbarrieren.....	34
3	Theoretische Grundlagen - Allgemein.....	35
3.1	Do-it-yourself - Heimwerken - Maker.....	36
3.2	Elektrotechnik.....	38
3.2.1	Leistung.....	39
3.2.2	Strom.....	40
3.2.3	Widerstände .....	41
3.2.4	Kondensatoren .....	43
3.2.5	Transistor.....	44
3.2.6	Dioden .....	46
3.2.7	Chips .....	46



3.2.8	Sensoren .....	47
3.2.9	Pin-Header - Stiftleiste & Buchsenleiste .....	50
3.2.10	Löten.....	51
3.2.11	Surface Mounted Device - SMD .....	53
3.2.12	Platinen und Schaltungen.....	53
3.2.13	Mikrocontroller .....	55
3.2.14	Batterien .....	64
3.2.15	Von Boole zu Shannon .....	65
3.3	Internet .....	65
3.3.1	Entstehung .....	66
3.3.2	Aufbau - Struktur.....	66
3.3.3	Kommunikation - Verbindung .....	67
3.4	Web 2.0 - Web 3.0.....	69
3.4.1	Social Web .....	69
3.4.2	Web 3.0 - „Semantic Web“ - Geoweb - Ausblick in die Zukunft .....	71
3.4.3	Urban Sensing & Raumsensorik.....	72
3.5	Extensible Markup Language - XML .....	77
3.5.1	Spezifizieren von Ressourcen .....	79
3.5.2	KML .....	80
3.6	Schnittstellen - Application Programming Programmierung Interface “- API.....	80
3.7	Umstellung auf IP-basierte Telekommunikationsnetze .....	81
3.8	Drahtlose Kommunikationsnetze.....	82
3.9	(Mobile) Informations Systeme.....	83
3.9.1	Geographische Position & Global Positioning System.....	85
3.10	Betriebssysteme.....	88
3.10.1	Android.....	88
3.11	Web-basierte Anwendungen .....	90
3.11.1	Die Architektur Web-basierter Anwendungen.....	90
3.12	Datenbanken.....	94
3.12.1	Datenbanken - Arten/Typen.....	95
3.12.2	Datenbanktypen mit raumplanerischem Beispiel.....	95
3.12.3	Relationale Datenbanken .....	96
3.12.4	Metadaten .....	97
3.13	2D-Design .....	97
3.14	3D-Design - Computer Aided Design - CAD.....	97
3.15	Fertigungsverfahren & 3D-Druck.....	98
3.16	Industrie 4.0 .....	101
4	Theoretische Grundlagen - Klima .....	103



4.1	Geländeklima .....	105
4.2	Stadtklima .....	105
4.3	Bioklima & Humanbiometeorologie.....	115
4.4	Messgrößen.....	120
4.4.1	Lufttemperatur .....	120
4.4.2	Luftfeuchtigkeit .....	121
4.4.3	Luftdruck.....	123
4.4.4	Strahlung.....	124
4.4.5	Helligkeit .....	125
4.4.6	Lautstärke - Lärm.....	128
4.5	Messmethoden - Messverfahren .....	129
4.5.1	Stationäre Messverfahren .....	129
4.5.2	Fernerkundung.....	130
4.5.3	Ergänzende Verfahren.....	135
4.5.4	Mobile Messungen .....	136
4.6	Messen: digital vs. analog.....	137
4.6.1	Prinzip der digitalen Datenerfassung.....	138
4.6.2	Metrologie - Keine Messung stimmt genau.....	138
5	Theoretische Grundlagen - Biovitalfunktionen.....	139
5.1	Biosignale - Biosignalverarbeitung.....	140
5.2	Messgrößen.....	143
5.2.1	Puls - Pulse.....	143
5.2.2	Sauerstoff im Blut (spo2) - Oxygen in Blood (spo2) .....	144
5.2.3	Luftstrom - Airflow (breathing) .....	144
5.2.4	Körpertemperatur - Body Temperature.....	145
5.2.5	Elektrokardiogramm (EKG).....	145
5.2.6	Elektrodermale Aktivität - galvanische Hautreaktion (GSR Schwitzen).....	147
5.2.7	Blutdruck .....	148
5.2.8	Patientenposition (Beschleunigungsmesser) .....	149
5.2.9	Muskel / Eletromyography Sensor (EMG) - Elektromyographie (EMG) ...	149
6	Praxisteil.....	150
6.1	Das Urban Sensing System .....	150
6.1.1	Anforderungen an das System .....	152
6.1.2	Aufbau & Struktur .....	153
6.1.3	Funktionen .....	156
6.2	Entwickelte Messgeräte.....	161
6.3	Stationäre Urbansensing Devices .....	162
6.4	Mobile Urban Sensing Devices.....	164



6.4.1	Das Smartphone als Urban Sensing Device.....	164
6.4.2	Mobile Urban Sensing Device .....	176
6.4.3	E-Health Plattform - Diagnostische Gerätetechnik .....	184
6.4.4	Mobile Urban Sensing Device & E-Health Plattform .....	185
6.5	Quadrocopter Als Urban Sensing Vehikel.....	194
6.5.1	Definition.....	195
6.5.2	Bestandteile.....	195
6.5.3	Risiken & Gefahren.....	198
6.5.4	Gesetze & Versicherungen.....	198
6.5.5	Nutzung von Multicoptern im städtischen Raum.....	200
6.5.6	Wetterdaten - KlimaMonitoring mit Multicoptern .....	201
6.5.7	Modularer Quadrocopter aus dem 3D-Drucker .....	203
6.5.8	Langzeitflug Quadrocopter .....	204
7	Untersuchungen im Rahmen von Schülerworkshops im Mint-Bereich.....	208
7.1	Was ist MINT? .....	208
7.2	Workshop-Programm der HS Kaiserslautern.....	209
7.3	Spezielle Förderung von Schülerinnen .....	212
7.4	Evaluation des Workshop-Programm der Hochschule Kaiserslautern .....	214
7.5	Evaluation des Workshop-Programms durch das ZQ Mainz.....	216
7.6	Messungen und Versuche im Rahmen von Workshops und AGs.....	218
8	Messungen (Allgemein) & Diskussion.....	249
9	Fazit.....	301
10	Literaturverzeichnis .....	307
11	Internetquellenverzeichnis .....	322
12	Abbildungsverzeichnis.....	335
13	Tabellenverzeichnis .....	338