

Pflichtenheft „Autarke E-Bike Ladestation“

Version 1.15

Historie der Dokumentversionen

Version	Datum	Autor	Änderungsgrund / Bemerkungen
1.0	08.11.2020	Amela Hotilovac	Erstellung des Dokuments
1.1	11.11.2020	Herwig Angst	Layout an LH angepasst, Spezifikationsstruktur, Spezifikationsformulierung, Kapitel Einleitung, Konzept, Übersicht mit Prinzip, Spezifikationen
1.2	15.11.2020	Amela Hotilovac	Erweiterung und Umformulierung der Spezifikationen
1.3	19.11.2020	Herwig Angst	Inhaltverzeichnis, Kapitel 3.1 und 3.2, Anforderung 4.3.5, Aufgabenzuordnung,
1.4	22.11.2020	Herwig Angst	Kapitel 3.3
1.5	25.11.2020	Amela Hotilovac	Funktionale Sicherheit mit Anhang, Formales
1.6	26.11.2020	Herwig Angst	Kapitel 3.2, Überarbeitung Kapitel 3.3
1.7	28.11.2020	Amela Hotilovac	Ergänzung funktionale Sicherheit
1.8	28.11.2020	Herwig Angst	Kapitel 4.2, 4.3, 4.5, 4.6 Zuordnung der Spezifikationen zu den Lastenheft-Requirements,
1.9	28.11.2020	Herwig Angst	Anforderung 4.4.6
1.10	28.11.2020	Derya Türkoglu	Kapitel 4.1
1.11	28.11.2020	Herwig Angst	Überarbeitung Kapitel 3
1.12	08.12.2020	Herwig Angst	Korrektur Verweise in Kap. 3.1, Update Diagramme Kap. 3.2
1.13	14.12.2020	Herwig Angst	Anforderungen: 4.2.1 gestrichen; 4.2.2, 4.2.3, 4.3.3, 4.3.5, 4.3.6, 4.4.1, 4.4.2 angepasst
1.14	31.12.2020	Herwig Angst	Änderung der Anforderung 4.3.3 (CMCB Nr.1)
1.15	23.01.2020	Herwig Angst	Update der Diagramme aus dem Modell, Seitenformatierung

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	4
1.1	ALLGEMEINES (HERWIG ANGST)	4
1.1.1	<i>Zweck und Ziel dieses Dokuments</i>	4
1.1.2	<i>SE Projekt Bezug</i>	4
1.1.3	<i>Abkürzungen</i>	4
1.1.4	<i>Referenzen</i>	4
1.1.5	<i>Gültigkeit</i>	5
1.2	PROJEKTRAHMEN UND ORGANISATION (HERWIG ANGST)	5
2	KONZEPT	6
2.1	ZIELE DES AUFTRAGGEBERS (HERWIG ANGST)	6
2.2	ANWENDER / ZIELGRUPPE (HERWIG ANGST)	6
2.3	SYSTEMVORAUSSETZUNGEN UND EINSATZBEDINGUNGEN (HERWIG)	6
2.4	RESSOURCEN (HERWIG ANGST)	6
3	ÜBERSICHT	7
3.1	USE CASES (HERWIG ANGST)	7
3.1.1	<i>System-Level</i>	7
3.1.1.1	<i>Elektrische Leistung anhaltend zur Verfügung stellen</i>	7
3.1.1.2	<i>Informationen anzeigen</i>	7
3.1.1.3	<i>Benutzereingaben entgegennehmen</i>	7
3.1.1.4	<i>Bedienersicherheit gewährleisten</i>	7
3.1.1.5	<i>Autark regenerative Energie gewinnen</i>	8
3.1.1.6	<i>Selbstschutz gewährleisten</i>	8
3.1.1.7	<i>Vor Missbrauch schützen</i>	8
3.1.1.8	<i>Vor Vandalismus schützen</i>	8
3.1.1.9	<i>Vor Umwelteinflüssen schützen</i>	8
3.2	SYSTEMARCHITEKTUR (ANDREAS MIOGGA, PATRICK WAGNER, HERWIG ANGST)	8
3.2.1	<i>Prinzip</i>	8
3.2.2	<i>Struktur Aufbau (bdd, ibd) in logischer Perspektive</i>	9
3.2.2.1	Kontext Level	9
3.2.2.2	System Level	10
3.2.2.3	SubSystem Level, Hardware	11
3.2.2.4	SubSystem Level, Software	13
3.2.3	<i>Verhalten (stm) in funktionaler Perspektive</i>	14
3.2.4	<i>Verhalten (act) in funktionaler Perspektive</i>	16
4	SPEZIFIKATIONEN	17
4.1	NORMEN UND RECHTLICHE ANFORDERUNGEN (DERYA TÜRKOGLU)	17
4.1.1	<i>Anforderung Schutz</i>	17
4.1.2	<i>Anforderung Schutz</i>	17
4.1.3	<i>Anforderung Sicherheit</i>	17
4.2	MECHANISCHE ANFORDERUNGEN (HERWIG ANGST)	18
4.2.1	<i>Anforderung Struktur</i>	18
4.2.2	<i>Anforderung Struktur</i>	18
4.2.3	<i>Anforderung Struktur</i>	18
4.2.4	<i>Anforderung Struktur</i>	18
4.3	ELEKTRISCHE ANFORDERUNGEN (HERWIG ANGST)	19
4.3.1	<i>Anforderung: Energiegewinnung, Speicherung, Bereitstellung</i>	19
4.3.2	<i>Anforderung: Energiegewinnung, Speicherung, Bereitstellung</i>	19
4.3.3	<i>Anforderung: Energiegewinnung, Speicherung, Bereitstellung</i>	19
4.3.4	<i>Anforderung: Energiegewinnung, Speicherung, Bereitstellung</i>	19
4.3.5	<i>Anforderung: Energieüberwachung</i>	19

4.3.6	<i>Anforderung: Energieüberwachung</i>	19
4.4	SCHNITTSTELLENANFORDERUNGEN (HERWIG ANGST)	20
4.4.1	<i>Anforderung: Interface</i>	20
4.4.2	<i>Anforderung: Interface</i>	20
4.4.3	<i>Anforderung: Interface</i>	20
4.4.4	<i>Anforderung: Interface</i>	20
4.4.5	<i>Anforderung: Interface</i>	20
4.4.6	<i>Anforderung: Bedienung</i>	20
4.5	UMWELTBEDINGUNGEN (HERWIG ANGST)	21
4.5.1	<i>Umweltbedingung</i>	21
4.5.2	<i>Umweltbedingung</i>	21
4.5.3	<i>Umweltbedingung</i>	21
4.5.4	<i>Umweltbedingung</i>	21
4.6	LEBENSDAUER, LAGER- & TRANSPORTBEDINGUNGEN (HERWIG ANGST)	22
4.6.1	<i>Anforderung: Lebensdauer</i>	22
4.6.2	<i>Anforderung: Lagerbedingung</i>	22
4.6.3	<i>Anforderung: Lagerbedingung</i>	22
4.6.4	<i>Anforderung: Lagerbedingung</i>	22
5	FUNKTIONALE SICHERHEIT (AMELA HOTILOVAC)	23
6	FREIGABE / GENEHMIGUNG	23
7	ANHANG	24
7.1	ANHANG I: STRUKTUR DER GEFAHRENSITUATIONEN (AMELA HOTILOVAC)	24
7.2	ANHANG II: GEFAHREN- UND RISIKOANALYSE (AMELA HOTILOVAC)	24
7.3	ANHANG III: PRODUKTBEZOGENE FMEA (AMELA HOTILOVAC)	25

1 Einleitung

1.1 Allgemeines (Herwig Angst)

1.1.1 Zweck und Ziel dieses Dokuments

Dieses Pflichtenheft beschreibt die Anforderungen an das im Rahmen des SE Projekts herzustellende Produkt „Autarke E-Bike Ladestation“ sowie den Rahmen des Projekts zur Produktrealisierung. In diesem Dokument werden alle Anforderungen und Rahmenbedingungen hinterlegt, die im weiteren Verlauf über Erfolg oder Misserfolg des Projekts in den Dimensionen „Qualität“, „Kosten“ und „Zeit“ entscheiden. Die Dimension „Risiko“ ist in einer Risikoanalyse (siehe extra Dokument) erarbeitet.

1.1.2 SE Projekt Bezug

Das „SE Projekt“ ist eine Lehrveranstaltung im Curriculum des Masterstudiengangs Systems Engineering und dem zweiten Fachsemester zugeordnet. Im Rahmen des „SE Projekts“ werden eine Vielzahl der bereits im ersten Fachsemester erworbenen sowie der im zweite Fachsemester noch zu erwerbenden sozialen und methodischen Kompetenzen durch eigenständige Anwendung im Projektrahmen vertieft und ausgebaut.

1.1.3 Abkürzungen

PM: Projektmanagement	act: Verhaltensdiagramm (activity diagram)
SE: Systems Engineering	stm: Zustandsdiagramm (state machine)
AP: Arbeitspaket	bdd: Blockdefinitionsdiagramm
LH: Lastenheft	ibd: Internes Blockdiagramm
PH: Pflichtenheft	uc: Anwendungsfall (use case)

1.1.4 Referenzen

Ansprechpartner:

Rolle / Rollen	Name
PM Coach, Kunde, Beurteiler	Prof. Dr. Zuccaro
PM Coach, Kunde, Beurteiler	Prof. Dr. Galek
Projektleiter „Gruppe 2“, Entwicklungsingenieur	Timo Krenn
Anforderungsingenieurin, Entwicklungsingenieurin	Amela Hotilovac
Entwicklungsingenieurin	Derya Türkoglu
Entwicklungsingenieur, Systemarchitekt	Andreas Miosga
Entwicklungsingenieur, Software Entwickler	Patrick Wagner
Anforderungsingenieur, Systemarchitekt, Entwicklungsingenieur, Testingenieur	Herwig Angst

Dokumente:

Titel	Autor	Version/ Erscheinungs- datum	Bemerkungen
„SE Fundamentals and RE“ (Grundlagen des Systems Engineering und Requirements Engineering)	Prof. Dr. Claudio Zuccaro	April 2020	Lehrveranstaltungs- skript
Projektmanagement	Prof. Dr. Herbert Palm	4.06rev2	Lehrveranstaltungs- skript, Vorlagen und Artikel
Risikoanalyse	Amela Hotilovac, Herwig Angst	V1.7	

Entscheidungsmatrix	Andreas Miosga, Herwig Angst	V1.3	
Autarke E-Bike Ladestation V20210104.mdzip	Andreas Miosga, Patrick Wagner, Herwig Angst	V20210104	

1.1.5 Gültigkeit

Dieses Pflichtenheft stellt im Sinne einer Zielformulierung die Basis für das zu erstellende Produkt (funktionaler Prototyp) in der Dimension „Qualität“ dar.

1.2 Projektrahmen und Organisation (Herwig Angst)

Qualitativ sind die unten genannten, bzw. im weiteren Projektverlauf mit dem Kunden vereinbarten und dokumentierten Anforderungen, zu erfüllen. Der Zeitrahmen ist durch die Dauer des Projektpraktikums limitiert, in dessen Rahmen eine Abschlusspräsentation am 8.2.2021 stattfinden wird. Kosten für Projektmaterialien sind auf 700€ vom Kunden begrenzt. Das Risiko ist mit dem Kunden abzustimmen. Eine Risikoanalyse für das Projekt sowie für das Produkt werden erstellt.

2 Konzept

2.1 Ziele des Auftraggebers (Herwig Angst)

Ausgangssituation (IST-Zustand):

E-Bike-Fahren wird immer beliebter, der Absatz in Deutschland betrug im Jahr 2019 rund 1,4 Millionen Elektro-Fahrräder. Die Fahrrad-Akkus müssen geladen werden und sind für längere und mehrtägige Touren vom Stromnetz abhängig.

Bisher gibt es wenige Ladestationen, die sich autark vom Stromnetz in der Natur selbst aufladen können.

Projektziele (SOLL-Zustand)

Übergeordnetes Ziel ist es, dass die Studierenden die Lehrinhalte von Projektmanagement in Zusammenspiel mit den Grundlagen des Systems Engineering anhand eines Projektes selbst erarbeiten und Erfahrung sammeln zu können. Die Organisation und Durchführung sowie der faktische Outcome wird bewertet.

Ziel des Projektthemas ist es, E-Bike-Fahrern zu ermöglichen, ihr E-Bike geographisch unabhängig vom Stromnetz mit ökologisch neutralem Strom zu laden. Der Gewinn des Kunden wird über den Verkauf des autark produzierten Stroms realisiert.

2.2 Anwender / Zielgruppe (Herwig Angst)

- Fahrer von E-Bikes, die ökologischen Strom nutzen wollen.
- Fahrer von E-Bikes, die ihren Akku auf der Tour laden wollen.

2.3 Systemvoraussetzungen und Einsatzbedingungen (Herwig)

- Es muss eine natürliche Energiequelle am Aufstellungsort der Station vorhanden sein.
- Der Nutzer muss auf das System zugreifen können.

2.4 Ressourcen (Herwig Angst)

Die Projektmitglieder nehmen an regelmäßigen (mind. wöchentlichen) Meetings teil. Mit dem Auftraggeber werden regelmäßige Meetings vereinbart. Nicht bei jedem Meeting ist die Teilnahme jedes Teammitglieds erforderlich. Eine Teilnahme an der Einführungsveranstaltung und der Abschlusspräsentation ist verpflichtend. In Einzelfällen und in Absprache mit dem Dozenten kann die Anwesenheitspflicht aufgehoben werden. Die zeitliche Einteilung der internen Meetings und Bearbeitungen unterliegt dem Team selbst. Jedoch sollte der zeitliche Gesamtaufwand während des Projekts 150 Semesterstunden je Teammitglied erreicht werden.

Die Kosten für Projektmaterialien sind auf 700€ vom Auftraggeber begrenzt.

3 Übersicht

3.1 Use Cases (Herwig Angst)

Mit den UseCases werden Interaktion zwischen einem Benutzer und dem zu entwickelnden System beschrieben, um ein fachliches Ziel zu erreichen.

3.1.1 System-Level

Das folgende Diagramm zeigt die System-Use-Cases, die anschließend beschrieben werden.

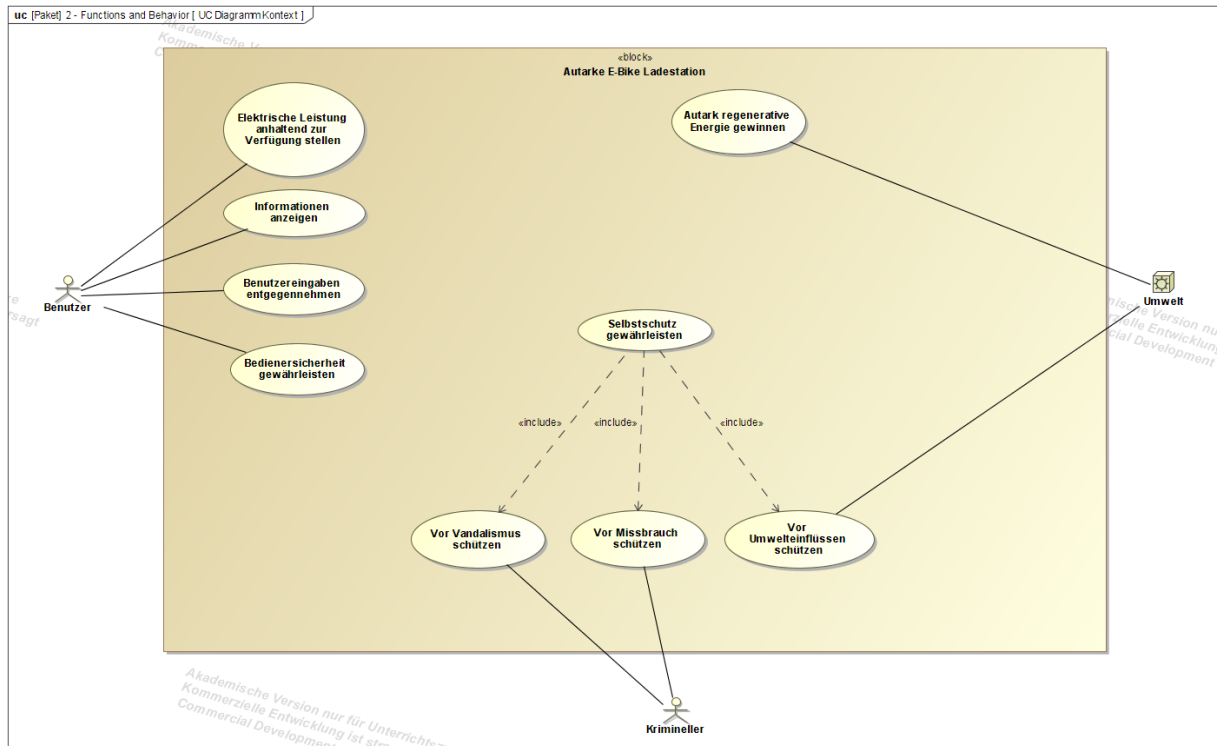


Abbildung 1, uc Kontext-Level

3.1.1.1 Elektrische Leistung anhaltend zur Verfügung stellen

Die autarke E-Bike-Ladestation soll ausreichend elektrische Spannung und Strom zur Verfügung stellen, damit der Nutzer der Station seinen Fahrrad-Akku laden kann. Da keine tageszeitliche Einschränkung vom Nutzer akzeptiert ist, soll die elektrische Leistung jederzeit zur Verfügung stehen (siehe UseCase 3.1.1.5)

3.1.1.2 Informationen anzeigen

Der Nutzer muss die von der Station gelieferten Informationen sehen können, um eine Interaktion zwischen Ladesystem und Nutzer zu gewährleisten (siehe UseCase 3.1.1.3).

3.1.1.3 Benutzereingaben entgegennehmen

Die Station benötigt eine Schnittstelle, die Kundeneingaben ermöglicht, damit der Nutzer die Funktionen der Station für seinen Bedarf steuern kann.

3.1.1.4 Bedienersicherheit gewährleisten

Der Nutzer muss vor Einfach-Fehlern in Funktionen, die die Station haben kann, geschützt sein

3.1.1.5 Autark regenerative Energie gewinnen

Die Station muss selbstständig und unabhängig Energie von regenerativen Energiequellen in elektrische Energie wandeln können. Die gewandelte Energie soll dem Nutzer zur Verfügung stehen. Um Schwankungen der regenerativen Energiequellen auszugleichen und UseCase 3.1.1.1 berücksichtigen zu können, muss die Station eine Energiepuffermöglichkeit besitzen.

3.1.1.6 Selbstschutz gewährleisten

Die Station muss einen Selbstschutz haben, der sich auf folgende Bereiche erstreckt

3.1.1.7 Vor Missbrauch schützen

Die Station darf nicht jedem den Gebrauch ermöglichen, um den Wunsch des Kunden erfüllen zu können, Geld aus dem Verkauf des erzeugten Stromes zu generieren. Sie muss daher vor unbefugtem Gebrauch mittels einer Zugriffskontrolle geschützt sein.

3.1.1.8 Vor Vandalismus schützen

Auch einem böswilligen Zerstörungswillen soll die Station standhalten können, um die Station langlebig zu machen. Daher soll die Station Robustheit gewährleisten können.

3.1.1.9 Vor Umwelteinflüssen schützen

Umwelteinflüssen wie Regen, Hagel, Schnee und starker Wind, muss die Station widerstehen können. Die Einflüsse dürfen die Funktionen nicht beeinträchtigen.

3.2 Systemarchitektur (Andreas Miosga, Patrick Wagner, Herwig Angst)

3.2.1 Prinzip

Das funktionale Prinzip der Ladestation ist in folgender Skizze dargestellt

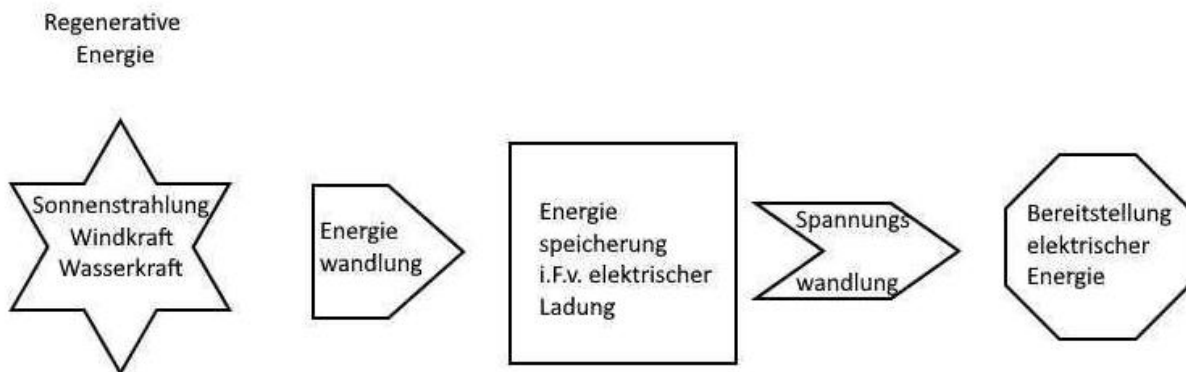


Abbildung 2, Prinzipskizze

Aus regenerativer Energie wird mittels Modul eine Energiewandlung in elektrische Energie vollzogen. Diese Energie wird in Form von elektrischer Ladung gespeichert. Um die spezifische Anforderung der Energiebereitstellung zu ermöglichen, ist ein weiteres Modul vonnöten. An der Nutzerschnittstelle steht die geforderte elektrische Energie zur Verfügung.

Die Auswahl der Module findet in einer Entscheidungsmatrix statt. Über bestimmte und unterschiedlich schwer gewichtete Kriterien werden die Funktionsmodule ausgewählt. Siehe Entscheidungsmatrix.

3.2.2 Struktur Aufbau (bdd, ibd) in logischer Perspektive

In den folgenden Diagrammen wird mit dem Blockdefinitionsdiagramm (bdd) der Aufbau und die hierarchische Struktur, mit dem InternalBlockDiagramm (ibd) das interne Setup und die Verbindungen der Blöcke untereinander dargestellt. Die Abbildungen sind in Kontext-, System- und Subsystem-Level aufgeteilt.

3.2.2.1 Kontext Level

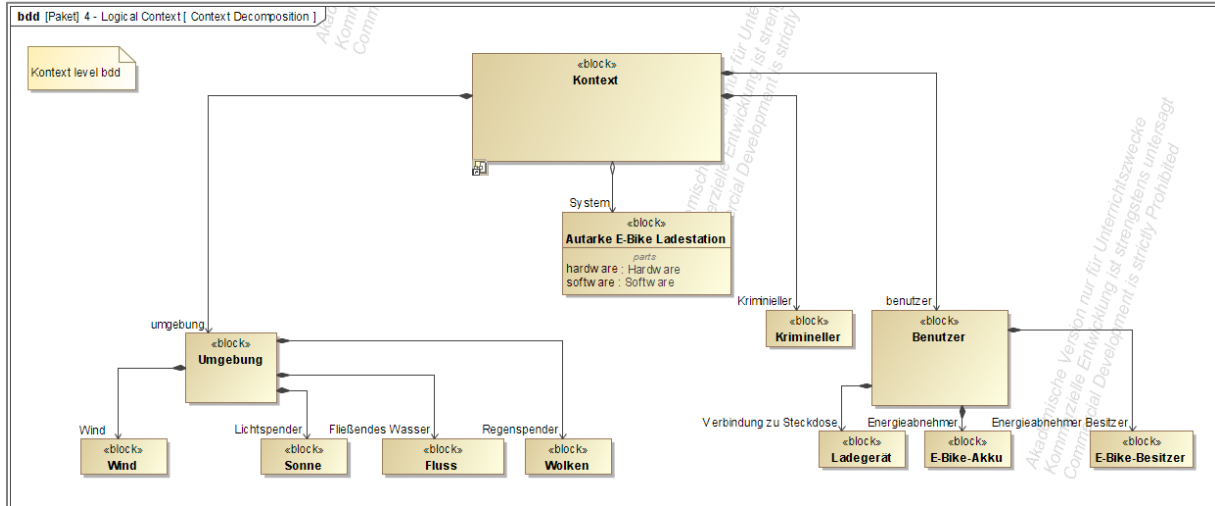


Abbildung 3, bdd Kontext-Level

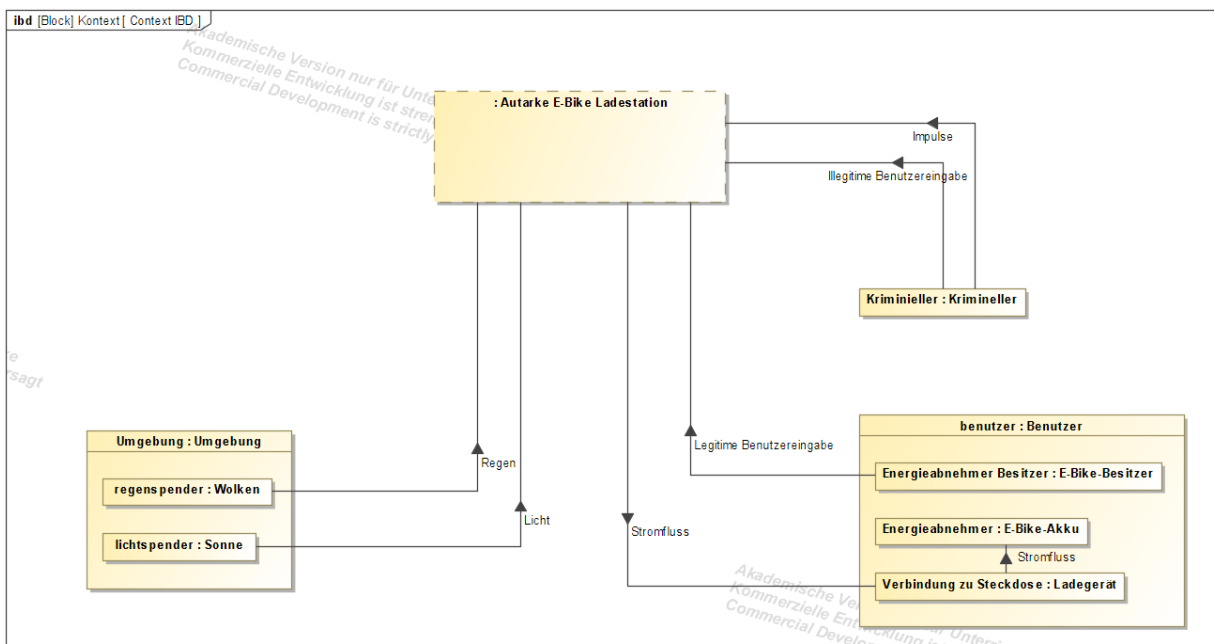


Abbildung 4, ibd Kontext-Level

3.2.2.2 System Level

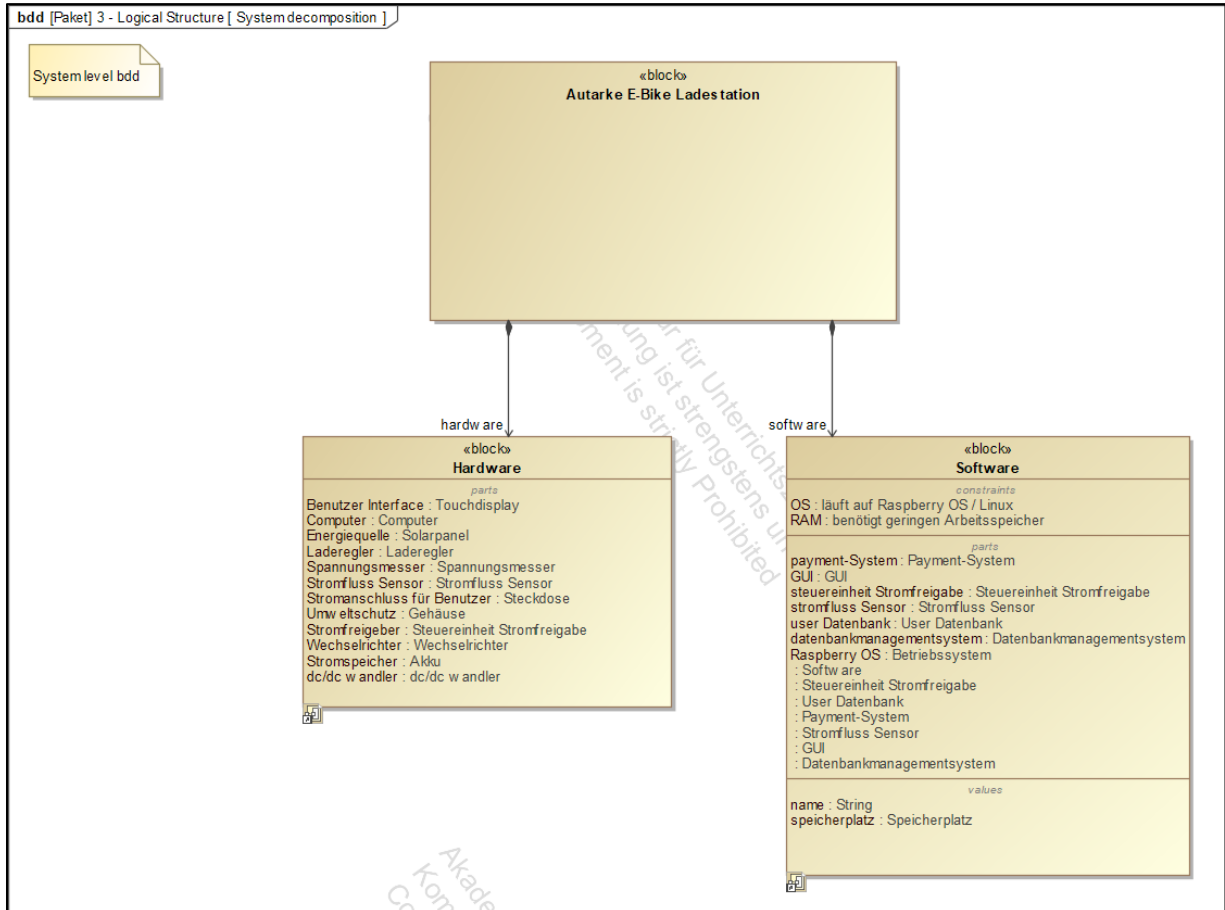


Abbildung 5, bdd System-Level

3.2.2.3 SubSystem Level, Hardware

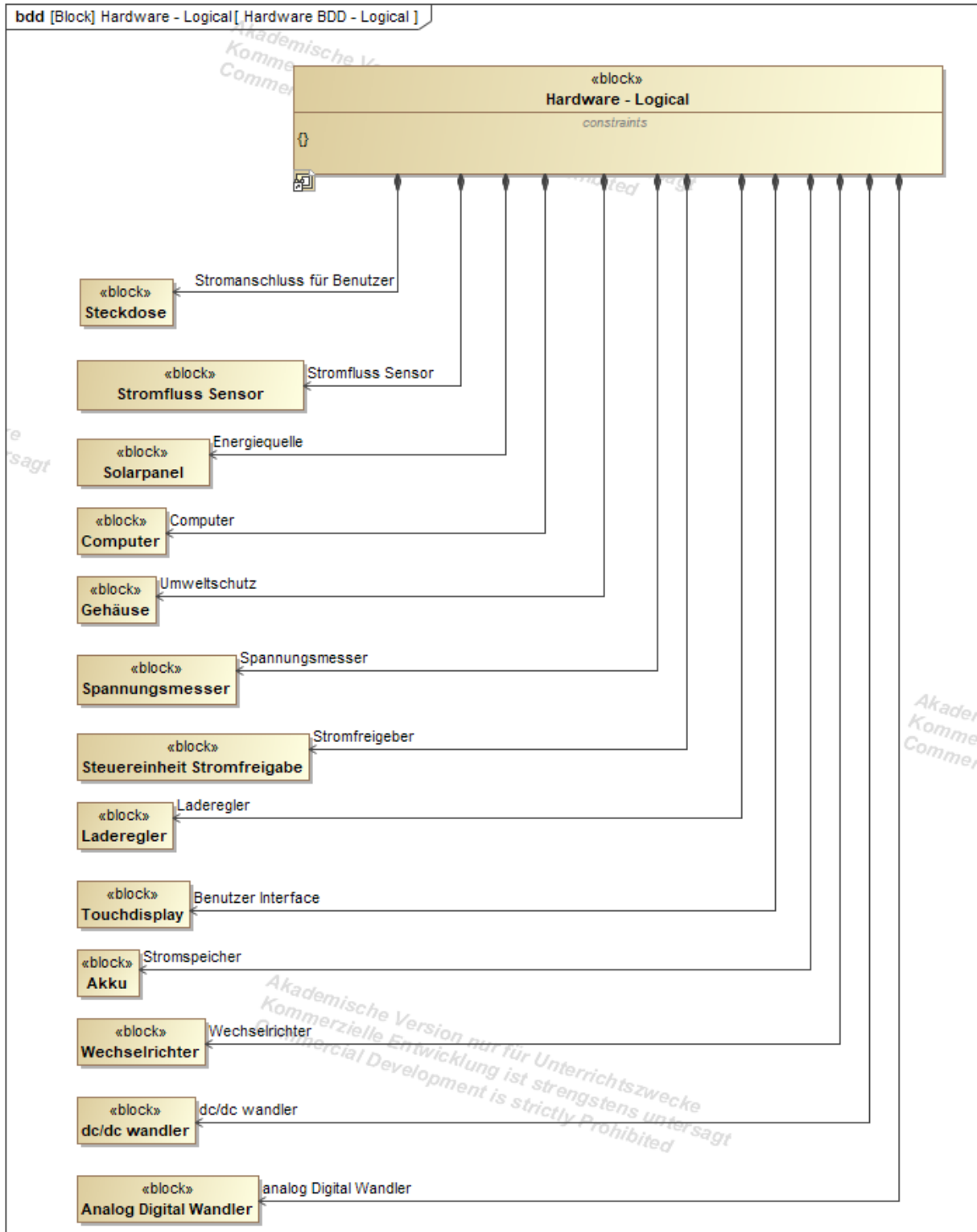


Abbildung 6, bdd Subsystem-Level Hardware

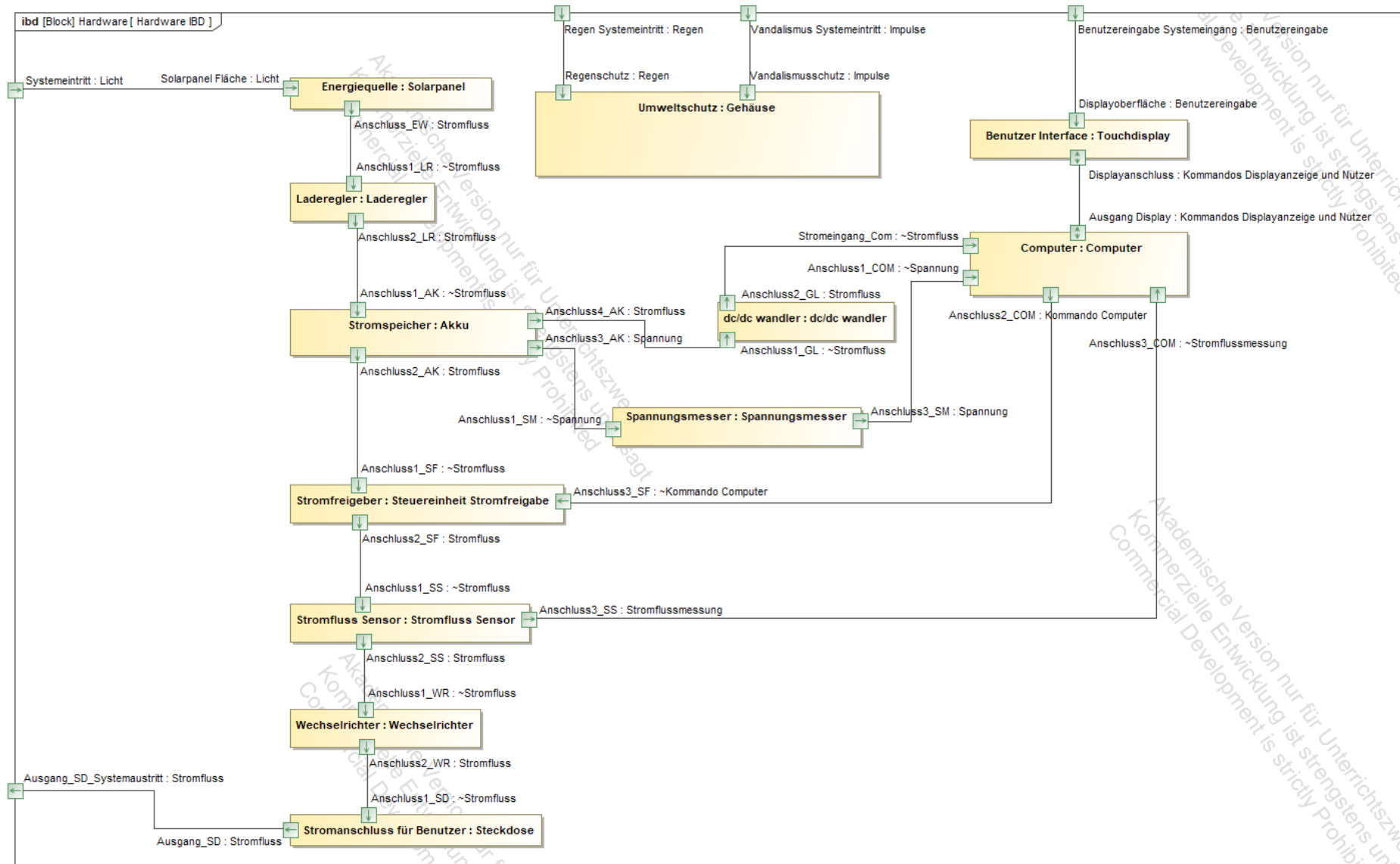


Abbildung 7, ibd, Subsystem-Level Hardware

3.2.2.4 SubSystem Level, Software

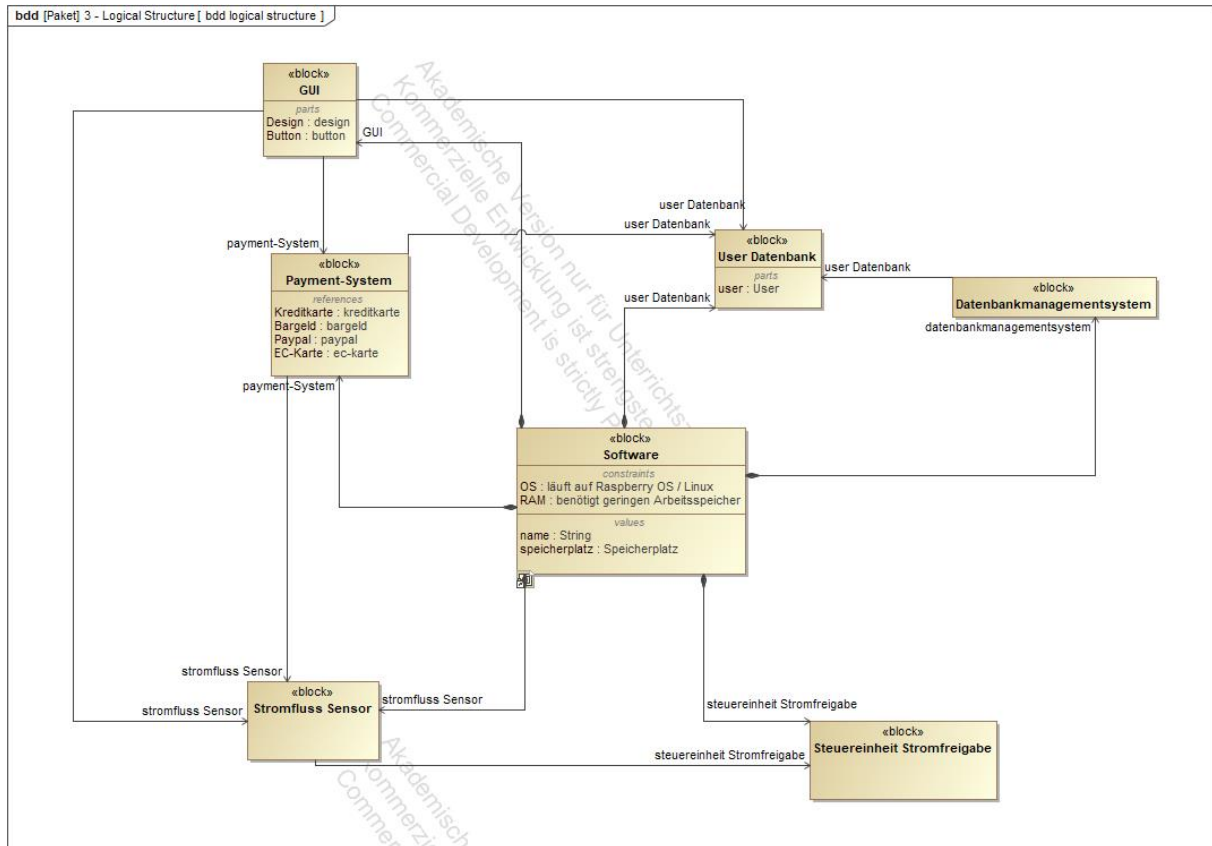


Abbildung 8, bdd SubSystem-Level Software

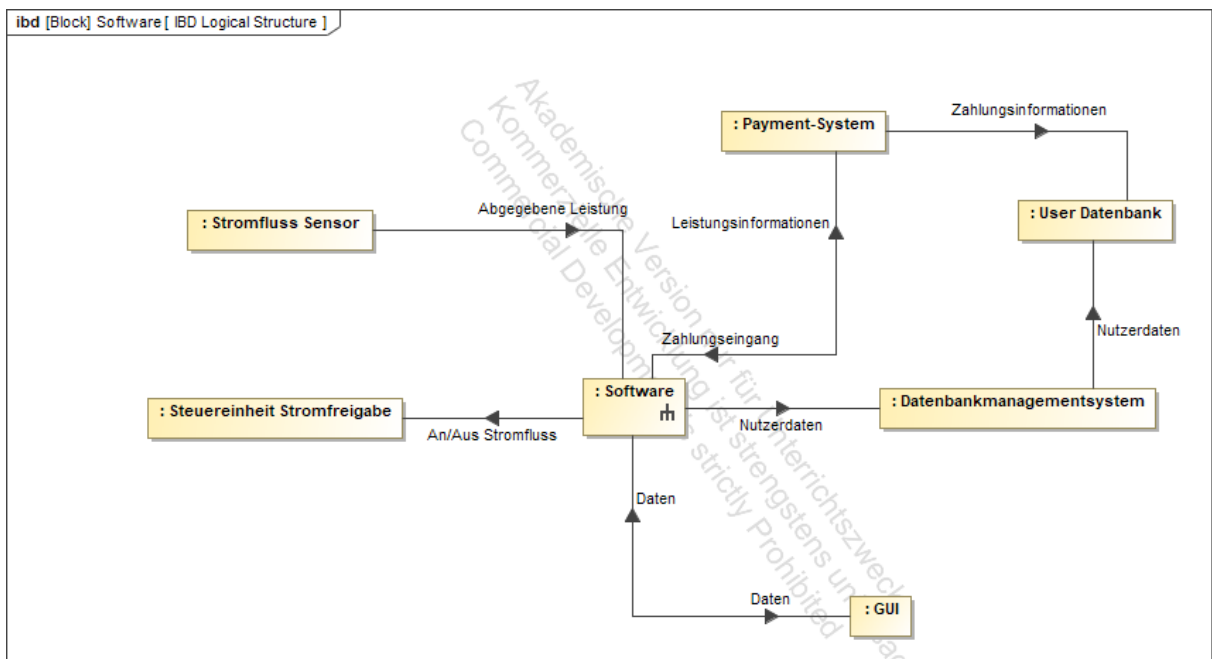


Abbildung 9, ibd SubSystem-Level Software

3.2.3 Verhalten (stm) in funktionaler Perspektive

Das Verhalten des Systems ist in den folgenden Zustandsdiagrammen (state machines (stm)) „Ladezustände“ und „Prozesszustände“ dargestellt

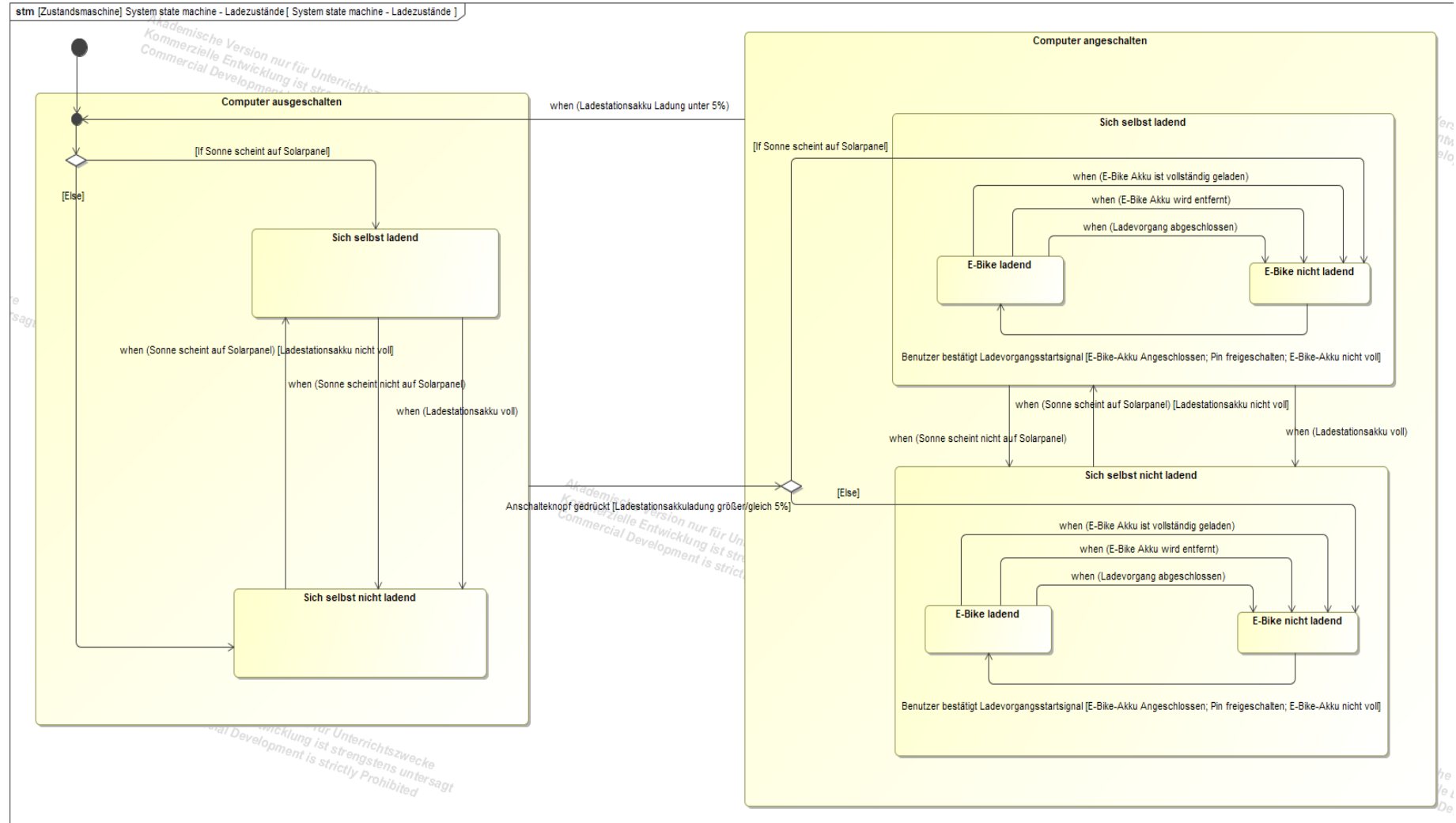


Abbildung 10, stm System-Level, Ladezustände

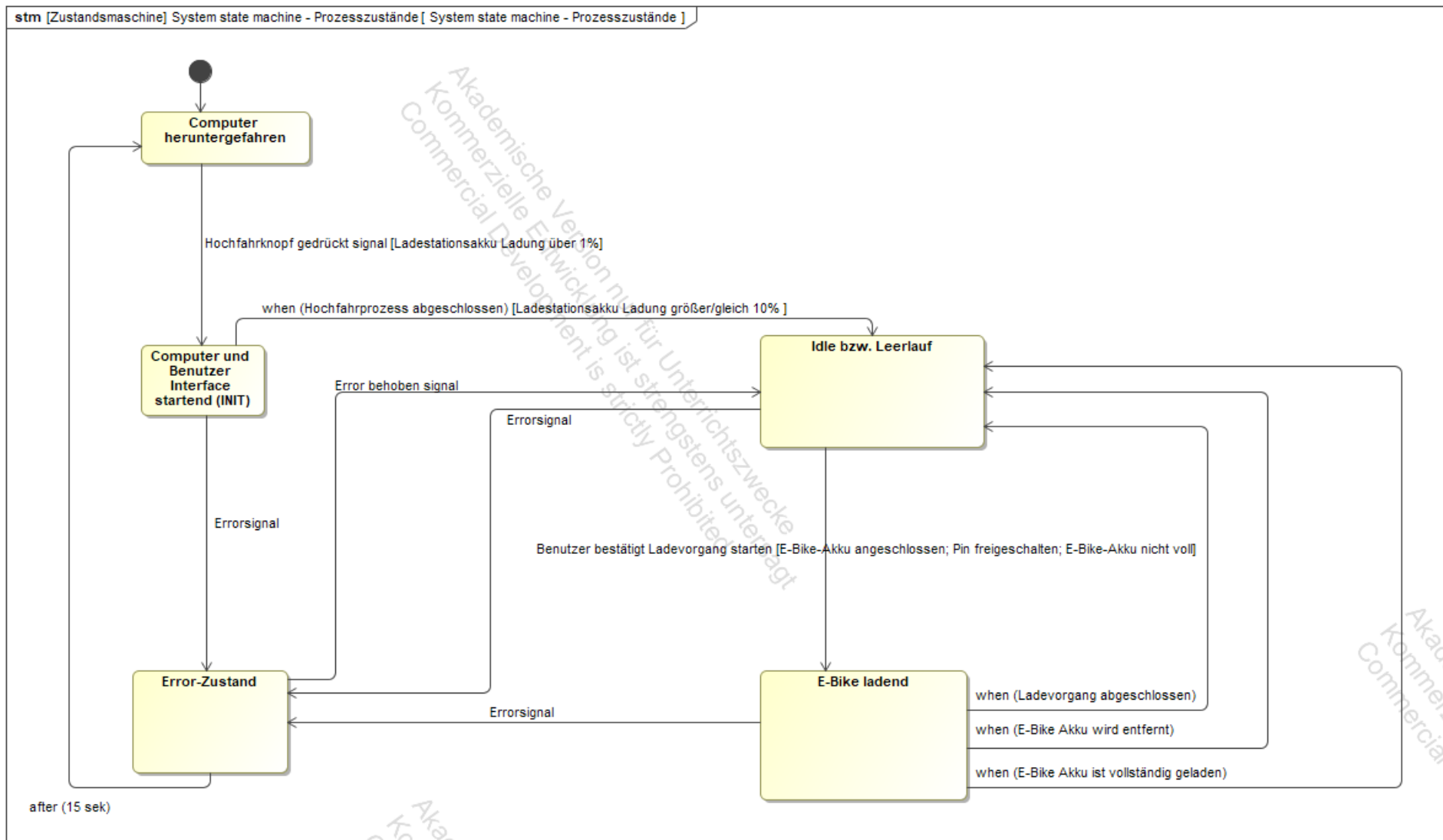


Abbildung 11, stm System-Level, Prozesszustände

3.2.4 Verhalten (act) in funktionaler Perspektive

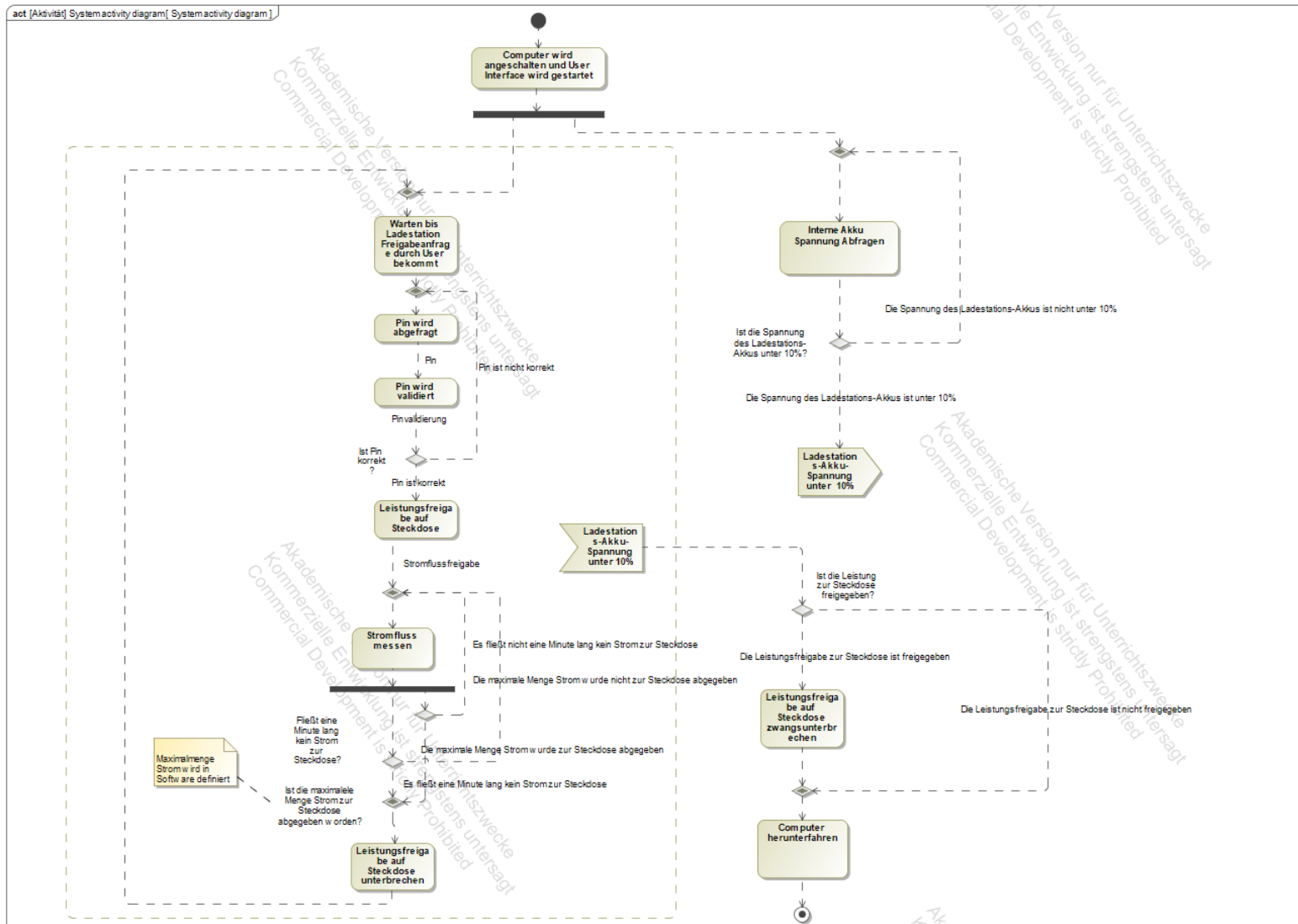


Abbildung 12, act System-Level

4 Spezifikationen

4.1 Normen und rechtliche Anforderungen (Derya Türkoglu)

4.1.1 Anforderung Schutz

Nr. / ID	PH_R0411	Nichttechnischer Titel	Robustheit		
Quelle	LH_R0322	Verweise		Priorität	gering
Beschreibung Die Ladestation muss gemäß DIN-EN 1005-2 mithilfe eines Gehäuses vor Umwelteinflüssen geschützt werden.					

4.1.2 Anforderung Schutz

Nr. / ID	PH_R0412	Nichttechnischer Titel	Robustheit		
Quelle	LH_R0323	Verweise		Priorität	gering
Beschreibung Die Ladestation soll gemäß DS/UNF 470 gegen Vandalismus geschützt sein.					

4.1.3 Anforderung Sicherheit

Nr. / ID	PH_R0413	Nichttechnischer Titel	Kundensicherheit		
Quelle	LH_R0325	Verweise		Priorität	hoch
Beschreibung Die Bediener Sicherheit muss gemäß DIN-EN 1005-2 gewährleistet sein.					

4.2 Mechanische Anforderungen (Herwig Angst)

4.2.1 Anforderung Struktur

Nr. / ID	PH_R0421	Nichttechnischer Titel	Struktur		
Quelle	LH_R322, LH_R0323, LH_R0325	Verweise	-	Priorität	hoch
Beschreibung Die Ladestation muss über ein Gehäuse verfügen					

4.2.2 Anforderung Struktur

Nr. / ID	PH_R0422	Nichttechnischer Titel	Struktur		
Quelle	-	Verweise	Transportierbarkeit	Priorität	mittel
Beschreibung Die Ladestation darf die maximalen Außenmaße: Höhe: 2m, Breite: 2m, Tiefe: 2m nicht überschreiten					

4.2.3 Anforderung Struktur

Nr. / ID	PH_R0423	Nichttechnischer Titel	Struktur		
Quelle	-	Verweise	Transportierbarkeit	Priorität	mittel
Beschreibung Die Ladestation darf das maximale Gewicht von 130kg nicht überschreiten					

4.2.4 Anforderung Struktur

Nr. / ID	PH_R0424	Nichttechnischer Titel	Struktur		
Quelle	LH_R0311	Verweise	-	Priorität	hoch
Beschreibung Die Ladestation muss über eine Steckdose mit Steckertyp F (CEE 7/4) verfügen, in die der Nutzer der Ladestation sein E-Bike-Ladegerät einstecken kann					

4.3 Elektrische Anforderungen (Herwig Angst)

4.3.1 Anforderung: Energiegewinnung, Speicherung, Bereitstellung

Nr. / ID	PH_R0431	Nichttechnischer Titel	Speicherung		
Quelle	LH_R0318	Verweise	-	Priorität	hoch
Beschreibung					
Die Ladestation muss die autark gewonnene Energiemenge speichern können. Die Energiemenge muss mindestens 2000Wh betragen.					

4.3.2 Anforderung: Energiegewinnung, Speicherung, Bereitstellung

Nr. / ID	PH_R0432	Nichttechnischer Titel	Energiebereitstellung		
Quelle	LH_R0317	Verweise	-	Priorität	hoch
Beschreibung					
Die Ladesäule muss eine Netzspannung von 230V ac (50Hz) liefern					

4.3.3 Anforderung: Energiegewinnung, Speicherung, Bereitstellung

Nr. / ID	PH_R0433	Nichttechnischer Titel	Energiebereitstellung		
Quelle	LH_R0321	Verweise	-	Priorität	mittel
Beschreibung					
Die Ladestation soll eine Ausgangs-Dauerleistung Ausgangs-Spitzenleistung von 500W kurzzeitig (max. 10 Sekunden) liefern können.					

4.3.4 Anforderung: Energiegewinnung, Speicherung, Bereitstellung

Nr. / ID	PH_R0434	Nichttechnischer Titel	Energiegewinnung		
Quelle	LH_R0319, LH_R0316	Verweise	Entscheidungsmatrix Energiegewinnung	Priorität	hoch
Beschreibung					
Die Ladestation muss ihren Energiespeicher über Photovoltaik aufladen. Das Photovoltaikmodul muss innerhalb 24h mindestens 2000Wh liefern.					

4.3.5 Anforderung: Energieüberwachung

Nr. / ID	PH_R0435	Nichttechnischer Titel	Struktur und Interfaces		
Quelle	LH_R0314	Verweise	-	Priorität	hoch
Beschreibung					
Die Ladestation muss die Spannung des Energiespeichers messen können					

4.3.6 Anforderung: Energieüberwachung

Nr. / ID	PH_R0436	Nichttechnischer Titel	Struktur und Interfaces		
Quelle	LH_R0315	Verweise	Abrechnungssystem	Priorität	hoch
Beschreibung					
Die Ladestation muss den Stromfluss zur Nutzerschnittstelle messen können					

4.4 Schnittstellenanforderungen (Herwig Angst)

4.4.1 Anforderung: Interface

Nr. / ID	PH_R0441	Nichttechnischer Titel	Interfaces		
Quelle	LH_R0312, LH_R0314, LH_R0315	Verweise	-	Priorität	hoch
Beschreibung Die Ladestation muss Informationen für den Anwender mittels Display anzeigen können					

4.4.2 Anforderung: Interface

Nr. / ID	PH_R0442	Nichttechnischer Titel	Interfaces		
Quelle	LH_R0312	Verweise	-	Priorität	hoch
Beschreibung Die Ladestation muss die Benutzereingaben mittels Berührungseingaben aufnehmen können					

4.4.3 Anforderung: Interface

Nr. / ID	PH_R0443	Nichttechnischer Titel	Interfaces		
Quelle	LH_R0313, LH_R0323	Verweise	Abrechnungssystem	Priorität	hoch
Beschreibung Die Ladestation muss über eine PIN-Freigabe verfügen					

4.4.4 Anforderung: Interface

Nr. / ID	PH_R0444	Nichttechnischer Titel	Anzeige		
Quelle	LH_R0315	Verweise	PH_R0436	Priorität	hoch
Beschreibung Die gelieferte Energie an die Nutzerschnittstelle muss angezeigt werden können					

4.4.5 Anforderung: Interface

Nr. / ID	PH_R0445	Nichttechnischer Titel	Anzeige		
Quelle	LH_R0314	Verweise	-	Priorität	hoch
Beschreibung Der Bediener bekommt die verbleibende Ladungsmenge des Stations-Energiespeichers angezeigt. Die verbleibende Ladungsmenge wird in Abhängigkeit der Ladestations-Akku-Spannung berechnet.					

4.4.6 Anforderung: Bedienung

Nr. / ID	PH_R0446	Nichttechnischer Titel	Anzeige		
Quelle	LH_R0324	Verweise	-	Priorität	hoch
Beschreibung Um einem Interessenten (potenziellen Bediener) Informationen, Hilfestellung und Hinweise zu geben, muss die Bedienung eindeutig gekennzeichnet sein					

4.5 Umweltbedingungen (Herwig Angst)

4.5.1 Umweltbedingung

Nr. / ID	PH_R0451	Nichttechnischer Titel	Robustheit		
Quelle	LH_R0322	Verweise	-	Priorität	gering
Beschreibung					
Die Ladestation muss im Temperaturbereich von 0°C bis 30°C funktionieren					

4.5.2 Umweltbedingung

Nr. / ID	PH_R0452	Nichttechnischer Titel	Robustheit		
Quelle	LH_R0322	Verweise	-	Priorität	gering
Beschreibung					
Die Ladestation muss im Bereich relativer Feuchte von 30% bis 60% funktionieren					

4.5.3 Umweltbedingung

Nr. / ID	PH_R0453	Nichttechnischer Titel	Robustheit		
Quelle	LH_R0322	Verweise	-	Priorität	gering
Beschreibung					
Die Ladestation muss auf einer Höhe (ASL) von 0m bis 2000m funktionieren					

4.5.4 Umweltbedingung

Nr. / ID	PH_R0454	Nichttechnischer Titel	Akzeptanz		
Quelle	LH_R0325	Verweise	Benutzerakzeptanz	Priorität	gering
Beschreibung					
Die Ladestation darf im Betrieb einen maximalen Schalldruckpegel von 54 dBA in 1m Abstand nicht überschreiten					

4.6 Lebensdauer, Lager- & Transportbedingungen (Herwig Angst)

4.6.1 Anforderung: Lebensdauer

Nr. / ID	PH_R0461	Nichttechnischer Titel	Lebensdauer		
Quelle	-	Verweise	Kundenzufriedenheit, Umweltbewusstsein	Priorität	gering
Beschreibung					
Die Ladestation muss mindestens 100 Lade- und Entladezyklen des internen Energiespeichers absolvieren können					

4.6.2 Anforderung: Lagerbedingung

Nr. / ID	PH_R0462	Nichttechnischer Titel	Lagerbedingungen		
Quelle	-	Verweise	Transportierbarkeit	Priorität	gering
Beschreibung					
Die Ladestation muss Transport- und Lagerbedingungen wie folgt bestehen:					
Temperatur: -10°C bis +50°C					

4.6.3 Anforderung: Lagerbedingung

Nr. / ID	PH_R0463	Nichttechnischer Titel	Lagerbedingungen		
Quelle	-	Verweise	Transportierbarkeit	Priorität	gering
Beschreibung					
Die Ladestation muss Transport- und Lagerbedingungen wie folgt bestehen:					
Relative Feuchte: 10% bis 80%					

4.6.4 Anforderung: Lagerbedingung

Nr. / ID	PH_R0464	Nichttechnischer Titel	Lagerbedingungen		
Quelle	-	Verweise	Transportierbarkeit	Priorität	gering
Beschreibung					
Die Ladestation muss Transport- und Lagerbedingungen wie folgt bestehen:					
Höhe (ASL): 0m bis 2500m					

5 Funktionale Sicherheit (Amela Hotilovac)

Die funktionale Sicherheit bezieht sich auf sicherheitsrelevante Funktionen eines Systems. Diese können durch speicherprogrammierbare Steuerungen, Regler, Prozessleitrechner, Mikrocontroller, eingebettete Computer oder anderen Formen von Steuerungen realisiert werden.

Um potenzielle Gefahren der E-Bike Ladestation zu identifizieren und kategorisieren, wurde eine Gefährdungs- und Risikoanalyse durchgeführt. Hierfür wurden zunächst gefährliche Situationen identifiziert (Anhang I: Struktur der Gefahrensituationen) und anschließend in Anhang II (Gefahren- und Risikoanalyse) nach Eintrittswahrscheinlichkeit (W: Wahrscheinlichkeit) und Schaden (T: Tragweite) bewertet. Für Situationen mit hoher Gefahr wurden Maßnahmen bestimmt, um diese Gefahr zu reduzieren und anschließend neu bewertet. Die Maßnahmen werden hierbei in drei Kategorien gegliedert:

1. Konstruktive Maßnahmen (z.B. Schutzkäfige, Behälter, Absperrungen)
2. Organisatorische Maßnahmen (z.B. Warnschilder, Mitarbeiterschulungen)
3. E/E/PE-Sicherheitsfunktionen (z.B. Notabschaltungen)

Anschließend wurden in Anhang III (Produktbezogene FMEA – Fehler Methoden Einfluss Analyse) die möglichen Funktionsausfälle analysiert. Diese wurden mit der Risiko-Prioritätszahl RPZ quantitativ bewertet. Die RPZ setzt sich aus der Wahrscheinlichkeit (W), der Tragweite (T) und der Erkennbarkeit (E) des Funktionsausfalls zusammen.

$$RPZ = W \times T \times E$$

In der FMEA wurden bereits die zuvor bestimmten Maßnahmen aus der Gefahren- und Risikoanalyse (Anhang II) berücksichtigt – jedoch nicht nochmals angeführt.

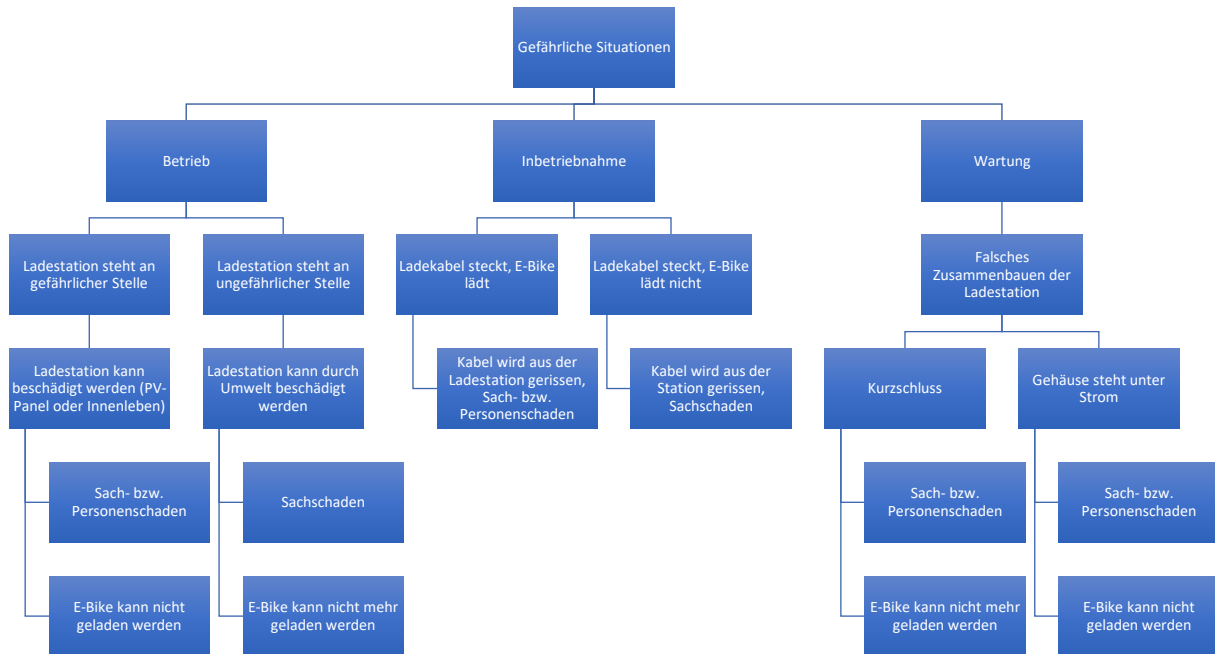
6 Freigabe / Genehmigung

Die Genehmigung der im Dokument festgelegten Anforderungen erfolgt durch den Auftraggeber/Kunden. Änderungen müssen von Kunde und Auftragnehmer genehmigt und schriftlich fixiert werden. Sie führen zu einer Revision dieses Dokuments.

Datum:	
Unterschrift Auftragnehmer (Projektteam):	<i>Timo Krenn, Amela Hotilovac, Derya Türkoglu, Andreas Miosga, Patrick Wagner, Herwig Angst</i>
Unterschrift Auftraggeber:	

7 Anhang

7.1 Anhang I: Struktur der Gefahrensituationen (Amela Hotilovac)



7.2 Anhang II: Gefahren- und Risikoanalyse (Amela Hotilovac)

Nr.	Gefahrensituation	Risiko	Priorität			Maßnahme	Priorität		
			W	T	No.		W	T	No.
			g-m-h	g-m-h			g-m-h	g-m-h	
1	Ladestation steht an einer gefährlichen Stelle und kann beschädigt werden	Sach- bzw. Personenschaden; E-Bike kann nicht geladen werden	m	h	1	<u>Organisatorische Maßnahme:</u> Pürfen der Standorte, an denen die Ladestationen aufgestellt werden sollen	g	m	1
2	Ladestation steht an einer ungefährlichen Stelle, kann jedoch durch Umwelteinflüsse beschädigt werden (PV-Panel)	Sachschaden; E-Bike kann nicht geladen werden	m	m	5	<u>Konstruktive Maßnahme:</u> Gehäuse installieren	g	g	5
3	Ladekabel steckt in der Ladestation und liefert Strom, E-Bike kann bewegt werden	Stromführendes Kabel wird aus der Ladestation gerissen; Sach- bzw. Personenschaden	g	h	4	<u>Organisatorische Maßnahme:</u> Warnschilder/Bedienschild <u>E-Sicherheitsfunktion:</u> Notabschaltung	g	m	4
4	Ladekabel steckt in der Ladestation, liefert jedoch keinen Strom; E-Bike kann bewegt werden	Stromführendes Kabel wird aus der Ladestation gerissen; Sachschaden	g	m	6	<u>Organisatorische Maßnahme:</u> Warnschild/Bedienschild	g	g	6
5	Falsches Zusammenbauen der Ladestation	Kurzschluss; Sach- bzw. Personenschaden; E-Bike kann nicht geladen werden	m	h	2	<u>Organisatorische Maßnahme:</u> Mitarbeiterschulungen	g	m	2
		Gehäuse steht unter Strom; Sach- bzw. Personenschaden; E-Bike kann nicht geladen werden	m	h	3	<u>Organisatorische Maßnahme:</u> Mitarbeiterschulungen	g	m	3

7.3 Anhang III: Produktbezogene FMEA (Amela Hotilovac)

Nr.	Funktionsausfall	Ursache	Wirkung	RPZ			Produkt
				1...10	1...10	1...10	
				W	T	E	
1	Akku der Ladestation lädt sich nicht auf	Keine Sonneneinstrahlung	Wechselrichter erreicht keine Spannung;	5	2	1	10
2	Akku der Ladestation lädt sich nicht auf	Mechanischer Schalter (zwischen PV-Anlage und Ladestation) ist aus	E-Bike kann nicht geladen werden	3	5	3	45
3	Akku der Ladestation lädt sich nicht auf	Verbau PV-Panel und Ladestation nicht korrekt (z.B. lockeres Kabel)		3	7	3	63
4	Wechselrichter liefert keine Spannung	Mechanischer Schalter defekt	E-Bike kann nicht geladen werden	3	7	4	84
5	Wechselrichter liefert keine Spannung	Verbau Raspberry Pi und mechanischer Schalter (zwischen Akku und Wechselrichter) nicht korrekt		3	7	5	105
6	Wechselrichter liefert keine Spannung	Software zum Steuern des Schalters fehlerhaft		3	7	5	105
7	Raspberry Pi kann nicht gestartet werden	Verbau Raspberry Pi und mechanischer Schalter nicht	Authentifizierung des Kunden nicht möglich;	3	7	5	105
8	Raspberry Pi kann nicht gestartet werden	Akku der Ladestation nicht zu 5% geladen	E-Bike kann nicht geladen werden	1	3	1	3
9	Authentifizierung des Kunden nicht möglich	Software fehlerhaft	Mechanischer Schalter kann nicht freigeschalten werden; E-Bike kann nicht geladen werden	4	8	3	96