

TUI - Test- und Integrationssystem für SCADA-Software

von Stefan Volz & Yannis Köhler

7. April 2019



Teil I

Einführung

[&&]

Sämtliche Diagramme, Bilder, etc. sind, sofern nicht anders angegeben, selbst erstellt. Flussdiagramme wurden nach DIN 66001 erstellt¹, mit der Erweiterung, dass Zylinder als lokaler Speicher des Rechners und Datenbank eingesetzt werden.

Programmlistings wurden teils notwendigerweise automatisch vom Texteditor explizit mittels „\“ umgebrochen. Dies ist zwar valide Python 3 Syntax, jedoch nicht in jedem Fall konform zu gängigen Format-Konventionen.

1 Die Firma Padcon

Die Firma Padcon GmbH, ein Tochterunternehmen des deutschen Netzbetreibers RWE, ist ein weltweit agierendes IT-Unternehmen mit Sitz in Kitzingen. Zu ihren Produkten gehören Systeme zur Überwachung von Groß-Photovoltaikanlagen. Diese fallen in die Kategorie der SCADA-Systeme. Besonders nennenswert ist der „Pavagada Solar Park“ in Indien, welcher, nach Bauabschluss, mit knapp 2GW die aktuell größte Photovoltaikanlage der Welt darstellt.

2 Aufgabenstellung

Für die Firma Padcon GmbH soll ein Test- und Integrationssystem erstellt werden. Dies umfasst die Dimensionierung und Installation von vier sogenannten Testplätzen in einem dafür vorgesehenen Raum. Hierfür muss auch eine neue Unterverteilung gebaut werden. An den Testplätzen wird man verschiedene Hardware wie IPC's, Router, Switches, etc. testen können. Ebenfalls sollen neue Versionen der firmeneigenen SCADA-Software, welche die Photovoltaik-Anlagen überwacht und Daten ausliest/aufzeichnet, getestet werden können, bevor diese an den Kunden ausgeliefert werden. Des Weiteren soll eine Inventarsoftware erstellt werden, welche ein Einscannen von Barcodes ermöglicht und somit eine schnelle Zuordnung von Geräten zu Testplatz und zugehörigem Verantwortlichen zulässt.

¹[KB18, S. 114f]

Markierungsschema

Zur Markierung, welcher Projektpartner welche Teile verfasst hat, werden Tags als Randnotizen im Inhaltsverzeichnis und an Überschriften genutzt. Dabei gilt, dass alle einem getagten Abschnitt hierarchisch untergeordneten Abschnitte das übergeordnete Tag tragen, sofern sie nicht selbst eines besitzen. Der tatsächliche Verfasser ist über die Initialen im Tag codiert (Volle Namen im Abkürzungsverzeichnis). Ein mit && getaggtter Abschnitt wurde kollaborativ vom ganzen Projektteam erstellt.

Teil II

Verzeichnisse

Inhaltsverzeichnis

I Einführung	1	[&&]
1 Die Firma Padcon	1	
2 Aufgabenstellung	1	
II Verzeichnisse	3	
III Test- und Integrationsraum	12	[yk]
3 Raum	13	
3.1 Allgemein	13	
3.2 Ursprüngliche Anforderungen	14	
3.3 Planung	15	
3.3.1 Iteration 1	16	
3.3.2 Iteration 2	18	
3.3.3 Iteration 3	20	
3.3.4 Iteration 4	22	
4 Elektrische Umsetzung	24	
4.1 Ausstattung der einzelnen Bereiche	24	
4.1.1 Testplatz 1-4	24	
4.1.2 Testplatz PCB	24	
4.1.3 Die Unterverteilung	24	
4.1.4 Der Serverschrank	24	
4.1.5 Das Serverrack	24	
4.2 Die Unterverteilung	25	
4.2.1 Zuleitung	25	
4.2.2 Niederspannung	26	

4.2.3	Kleinspannung	27
4.2.4	Wärmeberechnung	28
4.2.5	Klemmen	30
4.2.6	Montage	31
4.3	Das Netzwerk	31
IV	TUInventory	32 [sv]
5	Einführung und Problemanalyse	33
5.1	Codierungssystem	33
5.2	Desktopanwendung und Kommandozeilen-Schnittstelle	34
6	Python 3	36
6.1	Funktionen und Methoden in Python	36
6.2	Formatierung	37
6.3	Vorwort und Übersicht über die Anwendung	38
7	Command Line Interface	41
8	SQLAlchemy	42
8.1	Das Datenbankmodell	42
8.2	Implementierung des Datenbankmodells	43
8.3	Benutzerdefinierte Datentypen	44
8.4	Beziehungen herstellen in SQLAlchemy	45
8.4.1	Grundprinzip und 1-zu-n-Beziehungen	45
8.4.2	1-zu-1-Beziehung	46
8.5	Arbeiten mit SQLAlchemy	46
8.6	<i>ContextSessions</i>	47
8.6.1	Neue Einträge in der Datenbank vornehmen	48
8.6.2	Abfragen	48
8.6.3	Aktualisieren und Löschen einer Instanz	50
9	Frameworkfreie Implementierung	51
9.1	Utilities	51
9.1.1	Absolute Pfade	51
9.1.2	Paralleles Printen	51
9.1.3	Dateitools - Pfadvalidierung und Normalisierung von Dateinamen	54

9.2	Logging	54
9.3	Barcode Reader - die Klassen VideoStream und LazyVideoStream	55
9.4	Auslesen von Barcodes und grundlegende Aufbereitung von Frames	58
9.5	Weitere Kapselung: VideostreamUISync	62
9.6	Datenbanksynchronisation	64
10	Benutzerverwaltung	66
10.1	SQL	66
10.2	Kryptografie	67
10.2.1	Benutzer anlegen	68
10.2.2	Benutzer anmelden	71
10.2.3	Benutzer hat sein Passwort vergessen	73
10.2.4	Mathematische Betrachtung der Passwort-Generation	75
10.2.5	Admin hat sein Passwort vergessen	79
10.3	Automatisches Abmelden	81
10.4	Die Klasse <i>TelephoneNumber</i>	83
11	PyQt5	89 [yk]
11.1	Signale und Slots	89
11.1.1	Signal	89
11.1.2	Slot	89
11.1.3	Signale und Slots	89
11.2	Darstellen der Verantwortlichkeiten als Baumstruktur	90 [sv]
11.3	Fazit	93
12	Aufbau der UI	94 [yk]
12.1	Login-Menü	94
12.2	Menüpunkte	94
12.2.1	Übersicht:	94
12.2.2	Kamera:	95
12.2.3	Geräteverwaltung:	96
12.2.4	Benutzerverwaltung:	97
12.2.5	Einstellungen:	98
12.3	Statusbar	99

13 Optimierung und Testing	99	[sv]
13.1 mouseMoveEvent	99	
13.2 ContextSession Cache Refresh	105	
14 Schutz vor unauthorisiertem Zugriff durch <code>setuid</code>	108	[yk]
V Anhang	1	
A Pläne	2	
A.1 Stromlaufplan	2	
A.2 Netzwerkplan	12	
A.3 Netzwerkplan nach EN81346	16	
B Quellcode	20	
B.1 cli_get_barcode.py	20	
B.2 barcodereader.py	21	
B.3 classes.py	29	
B.4 config.py	46	
B.5 keys.py	48	
B.6 logger.py	50	
B.7 main.py	50	
B.8 pydoc.sh	52	
B.9 qr_generator.py	53	
B.10 slots.py	54	
B.11 ui.py	58	
B.12 unittests.py	84	
B.13 utils.py	85	
B.14 main.rs	87	
B.15 cargo.toml	88	
C Automatisch generierte Dokumentation	89	
D Literatur- und Quellenverzeichnis	90	
E Eidesstattliche Erklärung	92	

Abbildungsverzeichnis

3.1 Iteration 1 des Raums	17
3.2 Iteration 2 des Raums	19
3.3 Iteration 3 des Raums	21
3.4 Iteration 4 des Raums	23
6.1 Übersicht über Verhältnisse von Threads	38
8.1 Entity-Relationship-Diagramm der Datenbank	43
8.2 UML-Diagramm der Umsetzung des ERD	44
9.1 Log-Datei Beispiel	55
9.2 Gegenüberstellung von Polling und Queues	57
10.1 Beispieldatenbank	67
10.2 Prinzip von Hashfunktionen	68
10.3 Passwort-Speicher-Vorgang	69
10.4 Anmelde-Vorgang	72
10.5 Rücksetzen eines Benutzerpassworts	74
10.6 Vergleich von f_1 und f_2	76
10.7 Heatmap aus f_1 und f_2	77
10.8 $k(n)$ aus f_3	79
10.9 Verifizierung zum Rücksetzen eines Admin-Passworts	80
11.1 Struktogramm nach Nassi-Shneiderman zum Responsibility-Baum-Sieb	91
12.1 TUInventory Übersicht	95
12.2 TUInventory Geräteverwaltung	96
12.3 TUInventory Einstellungen	98
12.4 Statusbar TUInventory	99
13.1 Vergleich von dict lookup und hasattr	101
13.2 Visualisierung einer Testreihe	108

Algorithmenverzeichnis

1	Pythons Funktionsmodell	37
2	Schnittstellenhilfe zu cli_get_barcode.py	41
3	Beispiel einer 1-zu-n-Beziehung in SQLAlchemy	45
4	Beispiel einer 1-zu-1-Beziehung in SQLAlchemy	46
5	Objekte in Datenbank ablegen	48
6	Abfrage aus Datenbank anhand eines tatsächlichen Beispiels	49
7	Paralleles Printen mittels Metaprogrammierung	53
8	Methode <i>find_and_mark_barcodes</i> der beiden VideoStream-Klassen	60
9	Definition des Function-Decorators	64
10	Verbesserte Definition des Function-Decorators	66
11	Beispiel von SQL-Injection	67
12	Kompilierung und Debugausgabe der Regular Expression zur Telefonnummernerkennung	86
13	Gegenüberstellung Generator Expression und List Comprehension	92
14	Ursprünglicher Timeout reset	100
15	Alternativer Timeout reset	100
16	Bytecode zu <i>dict-lookup</i> und <i>hasattr</i> erzeugen	102
17	Bytecode zu beiden Varianten	103
18	Analysecode zum Laufzeitvergleich verschiedener Iterationsmöglichkeiten	106
19	Ausschnitt der Konsolenausgabe	107

Abkürzungsverzeichnis

Abk.	Beschreibung
AMQ	Atomic Message Queue
API	Application Programming Interface
CLI	Command Line Interface
DI	Digital Input
DLR	Dynamic Language Runtime
DO	Digital Output
ERD	Entity-Relationship-Diagramm
ERM	Entity-Relationship-Modell
HMAC	Keyed-Hash Message Authentication Code
IPC	Industrie-PC
JIT	Just-in-time (bei Bedarf)
JRE	Java Runtime Environment
JVM	Java Virtual Machine
KW	Kalenderwoche
CV	Computer Vision
OAEP	Optimal Asymmetric Encryption Padding
ORM	Object Relational Mapper
PBKDF2	Password-Based Key Derivation Function 2
PEP	Python Enhancement Proposal
PKCS #1	Public-Key Cryptography Standards First Family
PSF	Python Software Foundation
RCBO	Residual current operated Circuit-Breaker with Overcurrent protection
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
SHA	Secure Hash Algorithm
SNR	Signal-to-noise ratio (Signal-Rausch-Verhältnis, Rauschabstand)
SV	Stefan Volz
UI	User Interface
VM	Virtual Machine / Virtuelle Maschine
YK	Yannis Köhler

Begriffsdefinitionen

Begriff	Definition
Duck-Typing	Der Typ einer Instanz wird dadurch beschrieben/festgelegt, welche Member sie besitzt (Von eng.: "If it looks like a duck, swims like a duck, and quacks like a duck, then it probably is a duck.")
Dynamisch Typisiert	Typüberprüfung zur Laufzeit
Frame	Einzelnes Bild einer Videosequenz, hier synonym für Bildmatrix eingesetzt
Function Decorator	Ist Funktionsdefinition mit @decorator vorgestellt - Stellt im Prinzip eine Definition der Funktion f dar, der ein f = decorator (f) nachgestellt ist. Hierbei wird eine Funktion i.d.R. um weitere Funktionalität (z.B. ein Cache oder die Möglichkeit Vektoren zu verarbeiten) erweitert
Immutabel / immutable	Unveränderbar
Kontext-Manager / Context Manager	Klasse, die __enter__ und __exit__ implementiert. Erlaubt es Objekte auch im Fehlerfall sauber zu deinitialisieren, bzw. zu schließen (entspricht einem try-finally-Block).
Lazy evaluation	Die Auswertung eines Ausdrucks erfolgt nur soweit sie gerade nötig ist.
Magic Method	Eine i.d.R. implizit aufgerufene Methode, welche einer Klasse besondere Fähigkeiten verleiht ² .
Mutabel / mutable	Veränderbar
Mutex	Gegenseitig ausschließend (von engl. mutual exclusion)
ORM	Programmiertechnik um Daten zwischen inkompatiblen Typsystemen (hier Datenbank in SQLite3 und Python) zu konvertieren und somit eine virtuelle Objektdatenbank zu schaffen
Pythonic	Idiomatisch im Bezug auf Python
Race-Condition	Im Falle einer Race-Condition ist das Ergebnis einer Operation nicht deterministisch, es wird beeinflusst durch äußere Gegebenheiten wie z.B. Prozessorlast. Der Name stammt von der Vorstellung, dass Signale wettkäufen, um die Ausgabe als erstes zu beeinflussen ³ . Probleme einer Race-Condition sind beispielsweise, dass sie oftmals verschwindet, wenn das Programm mittels Debugger betrachtet wird.

²[EK17, S. 369]

³[Wik18, 24.12.18 - 01:25 Uhr]

Salt	Zufällige Zeichenfolge, die in der Kryptografie u.A. bei Hash-Funktionen eingesetzt wird, um die Entropie der Eingabe zu erhöhen ⁴ .
Singleton	Ein Singleton ist ein Entwurfsmuster, bei dem sichergestellt ist, dass nur eine einzige Instanz einer Klasse existiert (z.B. in Python <code>None</code>).
Thread	(dt.: Faden, Strang) Threads sind im Grunde genommen leichtgewichtige Prozesse (Ein Prozess kann mehrere Threads besitzen). In CPython (erläutert in Abschnitt 6) ist der GIL (Global Interpreter Lock) zu beachten: Threads steigern hier nicht die Performance!
Thread-Safe	(dt.: Threadsicherheit) Mehrere Threads können gleichzeitig auf eine Komponente zugreifen ohne sich gegenseitig zu behindern oder race-conditions auszulösen.

⁴[Wik19a, 06.03.19 - 12:07 Uhr]

Teil III

Test- und Integrationsraum

[yk]

3 Raum

3.1 Allgemein

In diesem sogenannten Test- und Integrationsraum sollen neue, zugekaufte Hardwarekomponenten getestet werden können, bevor sie auf größeren Anlagen verbaut werden. Bei diesen Tests wird vor Allem auf Ausfallsicherheit und Stabilität geachtet.

Um ein Beispiel zu nennen, wurden, bei Projektbeginn, mehrere IPC's auf längere Zeit einfach laufen gelassen. Von der Performance waren alle gleichauf, jedoch stürzte einer nach mehreren Tagen immer ab. So etwas lässt sich aus den theoretischen Daten des Produktes nicht herauslesen und darf auch auf keinen Fall auf einer schon in Betrieb genommenen Anlage passieren. Da hier in der Regel von großen Solaranlagen die Rede ist könnte ein Ausfall einer solchen in manchen Länder das ganze Stromnetz ins Wanken oder zum Zusammenbrechen bringen.

Ebenfalls soll dann auf bereits auch auf den Anlagen eingesetzter Hardware neue Softwaverversionen der firmeneigenen Überwachungssoftware getestet werden können. So wird eine möglichst realitätsnahe Umgebung geschaffen um einen späteren Fehlerfall zu 99% ausschließen zu können.

Bei der Konzeptionierung der Testplätze war vor Allem eine einheitliche Umgebung und ein modularer Aufbau wichtig. Es sollten für alle Geräte die gleichen Grundbedingungen geschaffen werden, um diese möglichst direkt miteinander vergleichen zu können. Auch der modulare Aufbau stand an hoher Priorität, da Geräte aller Bauformen und Größen getestet werden sollen. Auf einen Potentialausgleich wurde - trotz ausdrücklicher Empfehlung unsererseits - verzichtet, um diese Modularität beizubehalten.

Im Laufe der Planung stellte sich heraus, dass unser Raum für den neuen Server der Firma, einen besonders geeigneten Platz darstellte. Somit musste für diesen auch noch eine getrennte Spannungsversorgung mit eingeplant werden.

Da die bereits vorhandene Stromversorgung in dem Raum für unsere Zwecke nicht ausreichend und ebenfalls stark veraltet war, musste eine neue Zuleitung aus dem Hauptverteiler, sowie eine neue Unterverteilung eingeplant werden. Für das Netzwerk, dass entstehen soll, wird auch ein Serverrack benötigt. Die Versorgung für den neuen Server sollte ebenfalls über die neue Unterverteilung laufen.

3.2 Ursprüngliche Anforderungen

Dies sind die vom Auftraggeber vorgegebenen Anforderungen an den Test- und Integrationsraum. Diese haben sich jedoch im Verlauf des Projekts mehrfach geändert. Die finale Ausführung finden Sie unter 4.1.

- drei bis vier Testplätze, je nach Platzangebot:
 - 230V Netzspannungsversorgung
 - 24V, 12V, 5V DC
 - Netzwerk
 - Modularer Aufbau, um Geräte aller Bauarten dort zu befestigen
- Officeplatz - für z.B. kurze Recherche im Internet o.Ä.
 - 230V Netzspannungsversorgung
 - Netzwerk
- Neue Unterverteilung, im Testraum
 - 400V Zuleitung
 - Netzwerkanschluss
- Serverrack für das Netzwerk - Patchfeld und Switch
 - 230V Netzspannungsversorgung, überwacht

3.3 Planung

Bevor die Planung aufgenommen werden konnte, musste ein geeigneter Raum gefunden werden. Hier entschieden wir uns, in Absprache mit der Firma, für einen leer stehenden Abstellraum in einem Anbau am Entwicklungs- und Verpackungszentrum. Durch die optimale Lage an der Nordseite wurde es im Sommer nicht zu warm und es war, trotz eines Fensters, keine direkte Sonneneinstrahlung vorhanden, welche zu ungleichmäßigen Tests führen könnte.

Trotz alledem wurde eine kleinere Standklimaanlage mit eingeplant, um die Temperatur konstant zu halten. Dies wurde vor Allem auch in Anbetracht des erweiterbaren Servers getan, um hier in Zukunft nicht an Temperaturgrenzen zu stoßen.

Um einen besseren Überblick über den verfügbaren Platz zu gewinnen wurde zunächst ein 3D-Modell des Raumes in Autodesk Fusion 360 erstellt. Hierzu wurde der Raum vollständig ausgemessen, inklusive der Türen, des Fensters, den Heizungsleitungen und allen anderen möglichen Hindernissen im Verlaufe der Planung. Hier konnte die ganze Planung, zum Beispiel von den einzelnen Testplätzen, oder der Kleinspannungsversorgung, auch visuell durchgeführt werden.

Mit Hilfe dieses 3D-Modells wurden bereits im Laufe der Planung mehrere Render erstellt. Diese dienten des Öfteren auch als Grundlage bei Argumentationen über die Finanzierung einzelner Komponenten.

3.3.1 Iteration 1

Dies stellt den ersten Entwurf des Test- und Integrationsraumes dar.

- (a) In der Abbildung sind an der rechten Seite (1) bereits drei Testplätze zu sehen. Jeder dieser Testplätze erhält eine kleine Unterverteilung, in der die Kleinspannungsversorgung, also Netzteile und Klemmen, untergebracht sein soll. Als Befestigung für die Testgeräte sind drei Hutschienen, fest an der Wand angeschraubt, vorgesehen.
- (b) Unter den Testplätzen verläuft über die komplette Seite ein Installationskanal (2), in dem die Steckdosen und Netzwerkdosens untergebracht sind.
- (c) In der linken Ecke (3) ist die neue Unterverteilung zu sehen. In ihr ist die Niederspannungsabsicherung untergebracht.
- (d) Rechts daneben (4) wurden als Beispiel mehrere IPCs fest an der Wand angebracht, diese sollen für die Langzeittests der Software dienen und müssen so nicht modular sein.
- (e) Darunter (5) ist ein Arbeitsplatz angedacht, an dem kleinere Hardwarearbeiten durchgeführt werden können.
- (f) Unten in der Mitte (6) ist ein Doppeltisch vorgesehen, an diesem werden zwei Officearbeitsplätze aufgebaut. So kann, während die Tests laufen, auch an anderen Aufgaben gearbeitet werden.
- (g) Unter der Unterverteilung (7) wurde das Serverrack für das rauminterne Netzwerk platziert. In ihm sind die Patchfelder und Switches untergebracht.
- (h) In der linken unteren Ecke (8) ist noch ein Standschrank zu sehen, dieser dient als Abstellplatz, in den nicht benötigte Geräte verräumt werden können.



Abbildung 3.1: Iteration 1 des Raums

3.3.2 Iteration 2

In der zweiten Iteration des Raumes sind bereits einige Änderungen zu sehen.

- (a) Die wichtigste Änderung ist hier die Unterverteilung (1), diese sitzt nun neben der Eingangstür. Gewählt wurde dieser Platz, da nun feststand von wo aus die Zuleitung in den Raum kommen würde - über der aktuellen Position der Unterverteilung. So wurde für die Zuleitung ein möglichst kurzer Weg gewählt.
- (b) Links daneben (2) ist nun anstatt des festen Testplatzes ein Regal entstanden. In diesem sollen nun die Langzeittests stattfinden. Dank des Regals ist man deutlich flexibler als bei einer festen Installation der IPCs.
- (c) Wiederum links daneben sind nun nur noch zwei weitere Testplätze (3) zu sehen. Diese sind mittlerweile modular aufgebaut, das heißt man kann, durch die Aluminiumprofile an der Wand, die Höhe und Anzahl der Hutschienen ganz nach den eigenen Bedürfnissen anpassen.
- (d) An diese Profile lassen sich ebenfalls weitere Kabelkanäle oder auch bereits vorinstallierte und verdrahtete Montageplatten anbringen.
- (e) Zwischen den beiden Testplätzen wurde der Installationskanal (4) bis unter die Decke nach oben gezogen, um auch neben den höher angebrachten Hutschienen noch Steck- und Netzwerkdosens zu haben.
- (f) Beide Testplätze haben zusätzlich jeweils ein Regal bekommen, in diesem lassen sich nicht-hutschienengeeignete Geräte wie zum Beispiel ein Netzwerkswitch, oder Ähnliches unterbringen.
- (g) Das Serverrack (5) hat seinen Platz behalten, da es an möglichen anderen Stellen im Raum zu viel Platz vereinnahmt hätte.



Abbildung 3.2: Iteration 2 des Raums

3.3.3 Iteration 3

Die dritte Version des Raumes besitzt auf den ersten Blick keine gravierenden Änderungen, dafür wurden bei dieser Version bereits einige Details eingeplant/beachtet.

- (a) Das Regal für die Langzeittest-IPCs (1) wurde auf die andere Seite, über einen Officearbeitsplatz (2) verlegt, somit entstand auf der anderen Seite Platz für einen weiteren Testplatz.
- (b) Dieser neu entstandene Platz (3) wurde, im Gegensatz zu den übrigen, gespiegelt konzeptioniert, da ansonsten das Regal in der Ecke angebracht wäre, was nicht besonders benutzerfreundlich ist.
- (c) Die ursprünglichen beiden Testplätze (4,5) wanderten somit ebenfalls weiter in die Ecke, wodurch wiederum Platz für noch einen weiteren Testplatz (6) entstand.
- (d) Des Weiteren wurde der dritte Arbeitstisch weggelassen und durch eine verlängerte Ablage (7) ersetzt, da sich herauskristallisierte, dass im Testraum kaum Arbeiten durchgeführt werden müssen.
- (e) Die bereits in der vorherigen Version etablierten, vertikalen Installationskanäle sind nun an allen Testplätzen, jeweils neben den Regalen für die losen Geräte, vorhanden.
- (f) In ihnen sind bereits die ersten Layout-Entwürfe für die Steckdosen und Netzwerkdosen zu sehen, hier wurde auch festgelegt, dass die schaltbaren Steckdosen eine andere Abdeckungsfarbe erhalten.
- (g) Der Abstellschrank (8) ist in dieser Version noch enthalten, jedoch war bereits hier nicht sicher ob er denn benötigt wird, da die Geräte alle im richtigen Lager aufbewahrt werden und somit der zweite Officearbeitsplatz (9) gedreht werden könnte und nicht so weit in den Raum stünde.

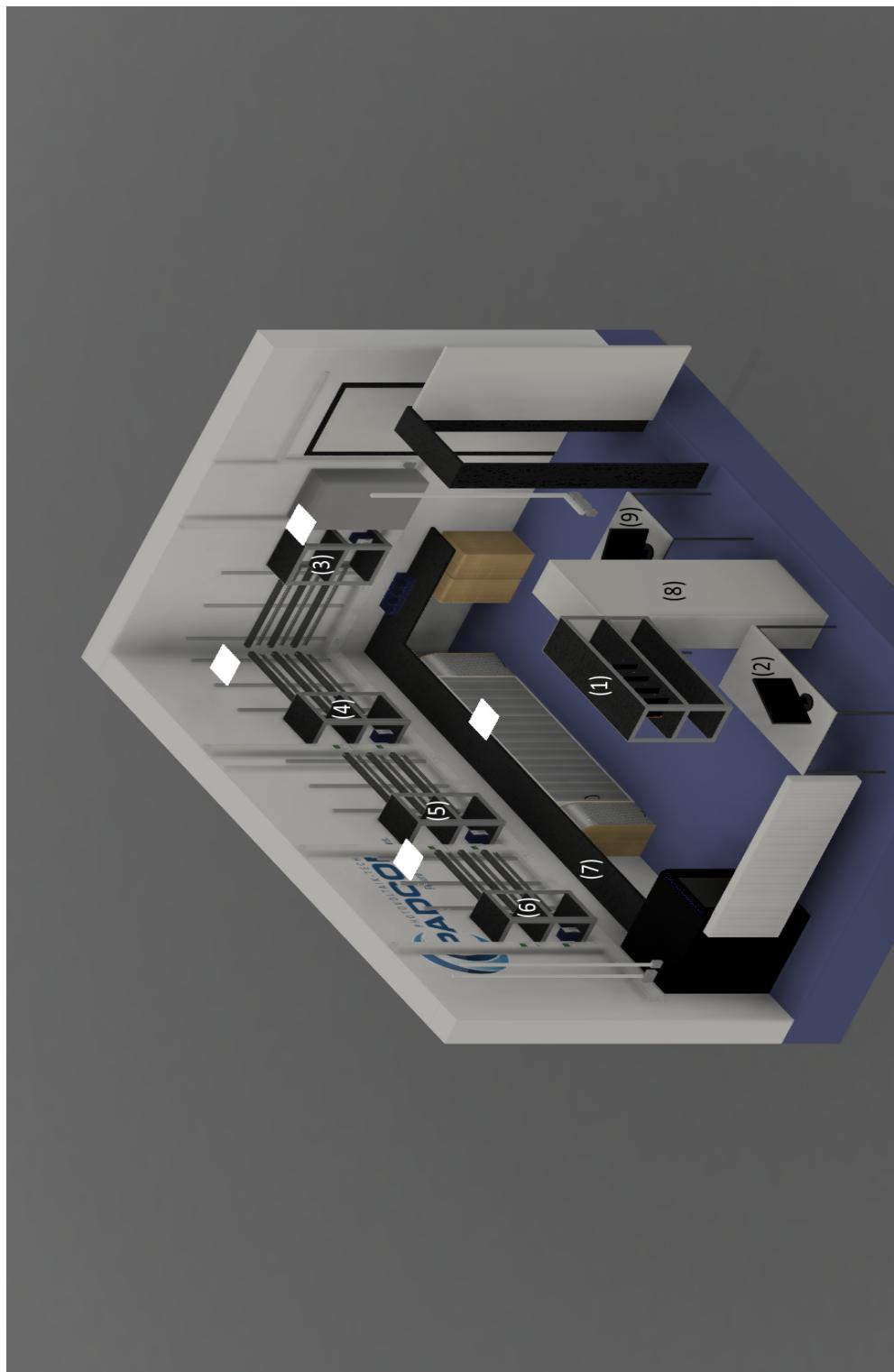


Abbildung 3.3: Iteration 3 des Raums

3.3.4 Iteration 4

Dies stellt die finale, vierte Version dar.

- (a) Erstmals taucht hier in der Planung der Serverschrank (1) für die firmeneigenen Server auf. Dieser war vorher leider noch nicht vorgesehen. Da das Testnetzwerk jedoch nicht mit dem firmeninternen Servern in einen Schrank kommen soll, um Sicherheitsrisiken aus dem Weg zu gehen, musste auch das alte Serverack erhalten bleiben. In ihm sind, wie bereits zuvor, alle Netzwerkgeräte des Testnetzwerkes untergebracht.
- (b) Das Serverack (2) wurde jedoch um 90° gedreht, somit ragt es nicht mehr über die Heizung hinaus.
- (c) Testplatz drei und vier (3) wurden zusammengelegt, um auch größere Aufbauten zu ermöglichen.
- (d) Das Regal für die Langzeittests ist weggefallen, diese Tests werden nun an einem normalen Testplatz durchgeführt.
- (e) An dieser Stelle wurde ein neuer, großer Testplatz (4) konzeptioniert. Dieser ist für die firmeneigenen PCBs gedacht. Da diese meist eine dedizierte Spannungsversorgung benötigen wurde hier auf die Kleinspannungsversorgung verzichtet.
- (f) Durch den enormen Platzverbrauch des neuen Servers musste der Officeplatz (5) unter diesen Testplatz wandern. So kann dieser auch gleichzeitig für Hardwarearbeiten mitbenutzt werden, da an ihm einzig die Inventarsoftware benutzt wird.
- (g) Die Unterverteilung (6) hat nun ihre finale Größe, dies hat Testplatz 1 (7) leider etwas Platz weggenommen.
- (h) An den Installationskanälen ist das finale Layout der Steckdosen und Netzwerkdosen zu sehen. Die Kleinspannungsversorgung wird mittels Klemmen auf den Hutschienen angebracht und ist auf dem Bild nicht zu sehen.
- (i) In der linken unteren Ecke ist zusätzlich noch eine Klimaanlage (8) platziert worden, um den, durch den Server entstehenden, höheren Temperaturen entgegen zu wirken.
- (j) An den Testplätzen 1-4 wurde jeweils zwischen Aluprofilen und vertikalem Installationskanal etwas Platz gelassen um hier Regale (9) anzubringen. Da jedoch noch nicht zu 100% fest stand ob diese wirklich montiert werden, wurden sie auf dem Render weggelassen.



Abbildung 3.4: Iteration 4 des Raums

4 Elektrische Umsetzung

4.1 Ausstattung der einzelnen Bereiche

4.1.1 Testplatz 1-4

- Spannungsversorgung 230V, teils schaltbar, überwacht
- Kleinspannungsversorgung 24V, 12V, überwacht
- Netzwerkanbindung

4.1.2 Testplatz PCB

- Spannungsversorgung 230V, teils schaltbar, überwacht
- Netzwerkanbindung

4.1.3 Die Unterverteilung

- 400V 35A Zuleitung
- Netzwerkanbindung

4.1.4 Der Serverschrank

- Spannungsversorgung 230V, überwacht
- Netzwerkanbindung

4.1.5 Das Serverrack

- Spannungsversorgung 230V, überwacht
- Netzwerkanbindung

4.2 Die Unterverteilung

Bei der Unterverteilung entschieden wir uns, da keine Gründe dagegen sprachen, wieder für einen Standardzulieferer der Firma. Hier für einen Rittal AE 1180.500 mit einer Tiefe von 300mm, 800mm Breite und 1000mm Höhe. Dieser kommt in der Standard-Schalschrankfarbe RAL 7035 und hat die Schutzart IP66 nach IEC 60 529. Dies ist ein geerdeter Schalschrank der Schutzkasse I. Alle Geräte wurden auf einer Montageplatte montiert.

4.2.1 Zuleitung

Als Zuleitung wurde auf eine bereits vorhandene Reserve in der Hauptverteilung zurückgegriffen. Diese war über einen dreipoligen G32A Leitungsschutzschalter abgesichert. Da hier jedoch bei Kurzschläßen keine Selektivität gegeben wäre wurde der Firma empfohlen, diesen durch einfache D02 Schmelzsicherungen zu ersetzen.

Absicherung:

Um die Leistungsaufnahme zu berechnen wurden alle Verbraucher zusammengerechnet. Hierfür wurde jedoch nur die am meisten belastete Phase betrachtet, wobei jedoch auf eine gleichmäßige Verteilung der Last geachtet wurde. Dies lässt sich im Stromlaufplan erkennen. Ebenso ist zu erkennen, dass L1 die am meisten belastete Phase ist.

Folgende Verbraucher gibt es:

- 16A Serversteckdose
- 16A Steckdose Testplatz 1
- 16A Steckdose Testplatz 4
- Netzteil 24V - Testplatz 2: ABB CP-E 24/5.0 = 0,83A
- Netzteil 12V - Testplatz 2: ABB CP-E 12/10.0 = 0,83A

Da die Testplätze jedoch kaum belastet werden, kann man hier von einem Gleichzeitigkeitsfaktor von 0,5 ausgehen. Dies ergibt also

$$16A + (16A + 0,83A \cdot 2 \cdot 0,5) = 32,83A.$$

Somit kann eine 35A Schmelzsicherung eingesetzt werden.

Leitungsberechnung:

Die Leitung wurde auf Grundlage folgender Berechnungen in 10mm² ausgeführt.

$$\begin{aligned} A &= \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos(\varphi)}{y \cdot U_a} \\ &= \frac{2 \cdot 45m \cdot 35A \cdot 1}{56 \frac{m}{\Omega \cdot mm^2} \cdot 6,9V} \\ &= 8,15mm^2 \approx 10mm^2 \end{aligned}$$

Legende :

- A = Leitungsquerschnitt
- L = einfache Leitungslänge
- I = Leiterstrom
- $\cos(\varphi)$ = Wirkungsgrad
- y = Leitfähigkeit
- U_a = Spannungsfall

4.2.2 Niederspannung

Als Hauptschalter wurde, wie bei den anderen Geräten im Schaltschrank auch, auf die Firma Siemens zurückgegriffen. Hier wurde ein Siemens 5TL13630 mit einem Schaltvermögen von 63A verbaut.

Für die Spannungsversorgung wollten wir Brandschutzschalter verbauen. Diese erhöhen, gerade auch bei Langzeittests, bei denen nicht immer eine Person vor Ort ist, die Sicherheit.

Jeder Testplatz bekommt seine eigene Absicherung. Für diese Stromkreise wurden RC-BO's der Charakteristik B mit einem Auslösestrom 30mA verbaut. Aufgrund des begrenzten Platzangebots wurde hier auf Brandschutzschalter der Firma Siemens zurückgegriffen, da diese Brandschutzschalter und RCBO in einer Einheit mit der Breite von drei Teilungseinheiten

kombinieren. Bei dem geläufigen Zulieferer von Padcon, ABB, ist diese Kombination vier Teileungseinheiten breit. Dies erscheint im ersten Moment nur als ein kleiner Breitenunterschied, hätte aber im Gesamten die Auswirkung gehabt, dass keine Platzreserven mehr vorhanden geblieben wären. Konkret wurde hier auf die Geräte 5SM6021-1 (Brandschutzschaltermodul) und 5SU1656-6KK16 (RCBO 16A/300mA) / 5SU1356-6KK16 (RCBO 16A/30mA) zurückgegriffen. Auf Wunsch der Firma wurden 300mA RCBO's für die beiden Serversteckdosen vorgesehen. Diese wurden außer Reichweite von Personen, kurz unterhalb der Decke installiert. Trotz bestehender Vorschriften war ein abschließbarer Deckel nicht gewollt, somit wurden die Steckdosen zusätzlich als *ausschließlich für Fachkräfte* beschriftet.

Um die Stromversorgung später auch aus der Ferne zu überwachen, wurden an allen Sicherungen, die direkt aus dem Schaltschrank gehen, Hilfsschalter 5ST3010 verbaut. Diese werden über ein Moxa ioLogik E1210 überwacht und können so über das firmeninterne Netzwerk, mit Hilfe einer Weboberfläche, kontrolliert werden. Gerade für die Serverversorgung ist dies von Vorteil.

Bestimmte Steckdosen an den Testplätzen sollen auch über das Netzwerk geschalten werden können. Diese Steckdosen wurden auf Wunsch der Firma mit blauen Einsätzen versehen. Für die Netzwerkanbindung wurde auch hier wieder auch Moxa ioLogik Geräte gesetzt, da diese in der Firma bereits mehrfach eingesetzt werden. Da diese Komponenten jedoch nicht für größere Lasten geeignet sind, wurden Finder 45.61.9.024.0000 Relais dahinter geschalten. Diese besitzen eine für 24V ausgelegte Steuerspule und haben ein Schaltvermögen von 230V/16A. Mit Hilfe dieser geschalteten Steckdosen kann z.B. ein kurzzeitiger Spannungsaußfall auch aus der Ferne simuliert werden.

4.2.3 Kleinspannung

Da viele der zu testenden Geräte mit einer Kleinspannung von 12V oder 24V versorgt werden müssen, wurde an den Testplätzen eine eben solche auch vorgesehen. Es wurden jedoch - nicht wie ursprünglich geplant 24V, 12V und 5V - nur 24V und 12V-Spannungsversorgungen verbaut. Auf die 5V-Versorgung wurde verzichtet, da diese nur sehr selten gebraucht wird und den Mehraufwand nicht gerechtfertigt hätte. Hierfür muss nun ein externes Netzteil verwendet werden.

Für die Netzteile wurde auch hier wieder auf firmenübliche Geräte zurückgegriffen. Es wurden pro Testplatz je ein ABB CP-E 24/5.0 und ein CP-E12/10.0 verbaut. Diese liefern, wie

bereits aus der Bezeichnung herauslesbar, 24V/5A und 12V/10A. Die 24V Geräte besitzen schon standardmäßig einen Hilfskontakt, der Fehlerfälle anzeigt. Dieser wurde auch auf dem ioLogik Gerät mit angeschlossen und lässt sich nun ebenfalls über das Internet überwachen.

Um die Kleinspannung an den Testplätzen möglichst einfach zugänglich zu machen, gab es im Verlauf der Planung mehrere Ideen. Die wohl sauberste Lösung wäre ein Einsatz im Installationskanal gewesen, in dem mehrere Buchsen für Laborstecker untergebracht werden.

Diese Lösung wurde jedoch, da immer Kabel mit Laborstecker benötigt werden, als zu umständlich und auch deutlich zu teuer angesehen. So fiel unsere Wahl auf normale Reihenklemmen. Um diese nicht frei an einen Testplatz hängen zu müssen wurden, wie in Iteration 1 (siehe Abschnitt 3.3.1) zu sehen, kleine Schaltschränke vorgesehen. Diese wurden jedoch auch als zu umständlich abgetan.

Auf Wunsch der Firma hin wurden nun die Klemmen der Kleinspannungsversorgung jeweils auf die mittlere Hutschiene der Testplätze gesetzt.

4.2.4 Wärmeberechnung

Nach Abschluss der Geräteplanung musste noch eine Wärmeberechnung für den Schaltschrank durchgeführt werden, um zu überprüfen, ob die Passivkühlung durch das Schaltschrankgehäuse ausreicht.

Für die Wärmeberechnung des Schaltschranks werden folgende Angaben benötigt:

- $T_{u\ max}$ = maximale Umgebungstemperatur -> max. 20°C
- $T_{i\ max}$ = maximale Schaltschrankinnentemperatur -> max. 40°C
- Schrankabmessungen (hxwxt) in mm -> 1000mmx800mmx300mm
- Aufstellungsart des Schaltschranks -> Einzelgehäuse für Wandaufbau
- Wärmedurchgangskoeffizient k in Abhängigkeit des Materials aus dem der Schaltschrank besteht -> 5,5 W/(m²K) für Stahlblech lackiert

Aus den Abmessungen und der Aufstellungsart ergibt sich eine effektive Schaltschränkoberfläche (Wärmeabstrahlfläche) nach DIN VDE 0660 Teil 500 von:

$$\begin{aligned}
 A &= 1,4 \cdot B \cdot (H + T) + 1,8 \cdot T \cdot H \\
 &= 1,4 \cdot 0,8m \cdot (1,0m + 0,3m) + 1,8 \cdot 0,3m \cdot 1,0m \\
 &= 1,996m^2
 \end{aligned}$$

Für die Berechnung der Wärmeabfuhr durch die Gehäusewand wird folgende Formel verwendet:

$$Q = U \cdot A \cdot (T_i - T_u)$$

SYMBOL	BESCHREIBUNG	EINHEIT
Q	Wärmeabgabe der Schrankoberfläche	W
U	Wärmedurchgangskoeffizient	$\frac{W}{m \cdot K}$
A	Effektive Schaltschränkoberfläche	m
T_i	Schaltschränkinnentemperatur	$^{\circ}C$
T_u	Umgebungstemperatur	$^{\circ}C$

Werden nun alle Werte in die Rechnung eingesetzt, so ergibt sich folgendes Ergebnis:

$$Q = 5,5 \frac{W}{m \cdot K} \cdot 1,996m^2 \cdot (40^{\circ}C - 20^{\circ}C) = 219,56W$$

Installierte Verlustleistung Q_t :

Anzahl	Gerät	Verlustleistung	Gesamt
4	ABB CP-E 24/5.0	20 W	80 W
4	ABB CP-E 12/10.0	24 W	96 W
1	ABB CP-E 24/0.75	4,45 W	4,45 W
1	SIEMENS 5TL13630	2,2 W je Pol	6,6 W
9	SIEMENS 5SM6021-1	0,6 W	5,4 W
7	SIEMENS 5SU1656-6KK16	3 W	21 W
7	SIEMENS 5SU1356-6KK16	3 W	21 W
6	FINDER 40.61.9.024.0000	1,2 W	7,2 W
1	MOXA ioLogik E1210	2,64 W	2,64 W
1	MOXE ioLogik E1214	4,51 W	4,51 W
		Gesamtverlustleistung:	248,8 W

Tabelle 2: Gesamtverlustleistung Unterverteilung

Vergleicht man nun die installierte Verlustleistung mit der Wärmeabfuhr des Schaltschranks so fällt auf, dass die installierte Verlustleistung höher als die Wärmeabfuhr ist. Dies ließ sich leider nicht vermeiden, da der Schaltschrank schon vor Abschluss der Planung von der Firma bestellt und angeliefert wurde. Es wurde der Firma jedoch empfohlen, eine geeignete Lüftung in den Schrank einzubauen, als Beispiel wäre hier der Filterlüfter SK 3237.100 von Rittal geeignet. Da jedoch aktuell noch tiefere Umgebungstemperaturen herrschten und die Lüftung noch nicht notwendig war, wurde erstmal darauf verzichtet. Ein Test in einer länger anhaltenden Wärmeperiode, bei der sich der Raum auf die maximale Raumtemperatur aufheizt, sowie erste Erfahrungen, wie vieler Geräte denn Gleichzeitig in Betrieb sind, soll zeigen, ob eine Lüftung notwendig wird.

4.2.5 Klemmen

Als Klemmen wurden firmentypisch, PHOENIX Contact Installationsklemmen verwendet. Hier wurden folgende Typen verwendet:

- PT 10, PT10 BU & PT10 PE als Zuleitungsklemmen
- STI 2,5-PE/L/N als Klemmen für die Stromkreise
- PT 1.5/S-QUATTRO RD als Klemmen für die Kleinspannungskreise

Da für die zwei Moxa-Geräte jeweils eine Netzwerkanbindung benötigt wird, musste Ethernet in den Schrank gelegt werden. Dies wurde mit Hilfe zweier Patchmodule für Hutschienen (ABB IPM/S1.1) ausgeführt. So konnte, wie zu den anderen Netzwerkdososen auch, Installationskabel bis in den Schaltschrank gelegt werden und im Schaltschrank dann mit Patchkabeln weiter auf die beiden Geräte gegangen werden.

4.2.6 Montage

Da der Schaltschrank neben der Tür angebracht wurde und der optimale Fluchtweg, durch den weit in den Raum ragenden Server, leicht schräg von der Tür weg führt, wurde - um den Fluchtweg freizuhalten - der Türanschlag von rechts nach links gewechselt. Die Unterverteilung wurde jedoch trotzdem 30cm von der Tür entfernt angebracht um genügend Platz für einen uneingeschränkten Durchgang durch die Tür zu lassen. Die Einführung und die Klemmen sind im Schaltschrank nach unten gewandert, da nur ein einziges Kabel - die Zuleitung - von oben kommt.

4.3 Das Netzwerk

In einem Testraum, der nach aktuellem Stand der Technik gebaut wird, darf ein Netzwerk nicht fehlen. So wurde jeder Testplatz mit vier Netzwerkbuchsen ausgestattet, diese werden im dafür vorgesehenen Serverack so konfiguriert, dass der ganze Raum im Firmennetzwerk eine Insel darstellt und sich die Plätze untereinander auch nur wenn es gewollt ist, erreichen können. Als Installationskabel wurde S-FTP Cat.7 verwendet.

Das dafür vorgesehene, etwas kleinere Serverack enthält am Ende nur zwei 24-Port Patchfelder, einen 48-Port Netzwerkswitch und eine hardwaremäßige Firewall. Diese Patchfelder wurden, zu Übungszwecken, von den Auszubildenden der Firma angeschlossen. Alle anderen Arbeiten am Netzwerk wurden selbstverständlich von uns ausgeführt. Das Netzwerk wurde bereits vor der offiziellen Abnahme vom Systemadmin durchgemessen und auf Fehlerfreiheit geprüft. So wurde dies bereits frühzeitig abgenommen.

In Zukunft sollen im Serverack noch weitere Geräte eingebaut werden, die langsame Verbindungen und Paketverluste simulieren zu können. So kann auch dieses Fehlerszenario bereits hausintern getestet werden.

Teil IV

TUInventory

[sv]

5 Einführung und Problemanalyse

Um ein flüssiges Arbeiten mit dem Testraum zu gewährleisten, ist ein Inventarsystem erforderlich. Dieses System ist grundsätzlich aus drei Teilen aufgebaut:

1. Ein Codierungssystem zum eindeutigen Markieren von Geräten
2. Eine grafische Desktopanwendung, über die Geräte, bzw. eine Datenbank verwaltet werden können
3. Eine Kommandozeilen-Schnittstelle, um spezielle Funktionen extern verfügbar zu machen

5.1 Codierungssystem

An das Codierungssystem werden folgende Anforderungen gestellt:

- Problemlos an einer Vielzahl von Geräten zu befestigen (keine komplexe Befestigung wie z.B. NFC-Tag)
- Nicht-properitäres System, um auch von anderen Geräten/Anwendungen verwertet werden zu können
- Einfache Auswertung und Codierung von selbst definierten Daten

Generell gibt es einige Möglichkeiten zur Codierung, welche mehr oder weniger gut für diesen Use Case geeignet sind:

RFID RFID-Chips sind eher unpraktisch in Sachen nachträglicher Anbringung an beliebigen Geräten.

EAN-Code EAN-Codes sind auf vielen Geräten bereits vorhanden, was sie zu einer attraktiven Wahl macht. Diese bereits vorhandenen Codes sind jedoch nicht für jedes Gerät eindeutig. Tatsächlich sind sie eher hinderlich, da beim Anbringen eines eigenen Codes Verwechslungsgefahr besteht.

QR-Code QR-Codes sind sehr uneingeschränkt in Sachen Anbringung, können beliebige Daten halten und da sie optisch ausgewertet werden können, kann man sie mit jedem modernen Gerät wie einem Smartphone oder einem PC mit Kamera einfach auswerten.

Die Wahl fiel daher auf QR-Codes.

5.2 Desktopanwendung und Kommandozeilen-Schnittstelle

Bei der Umsetzung der Desktopanwendung und der Kommandozeilen-Schnittstelle, die letzen Endes auf demselben Softwarestack aufbauen sollen, stellt sich nach einigen grundlegenden Überlegungen die Frage der gewählten Programmiersprache.

Einige Anforderungen sind:

- Lauffähigkeit auf mehrere Plattformen
- Wartung/Weiterentwicklung durch Padcon möglich

Hierbei gab es grundsätzlich drei Sprachen, die ernsthaft in Betracht gezogen wurden (entweder für das ganze Projekt oder um einzelne Funktionalitäten zu implementieren):

Java Da die Kraftwerksüberwachungssoftware größtenteils in Java geschrieben ist und dementsprechend viele Java-Programmierer bei Padcon zur Verfügung stehen, wäre Java eine attraktive Sprache. Auch die C#-ähnliche Syntax spricht dafür.

C# Da C# bereits aus der Techniker-Ausbildung bekannt ist, wäre es eine denkbare Lösung. Jedoch ist C# immer noch nur bedingt Cross-Plattform-fähig⁵. Eine Weiterentwicklung durch Padcon ist bedingt möglich, so ist die grundlegende Syntax von C# ähnlich der von Java.

Python Python ist eine grundlegend andere Sprache als Java und C#⁶ und attraktiv, da es eine sehr schnelle Entwicklung ermöglicht. Des Weiteren ist es bei praktisch allen Linux-Distributionen vorinstalliert und bietet eine Vielzahl an Möglichkeiten um plattformübergreifende Anwendungen zu entwickeln.

Java wurde schnell verworfen, da es im Zeitraum des Projektes unrealistisch ist, die Anwendung in Java zu entwickeln und dabei idiomatischen, guten Code zu produzieren. C# wurde ebenfalls für ungeeignet befunden, da mit Problemen mit Linux gerechnet wurde. Außerdem liegt auch bei C# ein eher langsamer Entwicklungsprozess vor. Der Vorteil der besseren Performance von C# und Java gegenüber CPython (der Standardimplementierung von Python, andere Implementierungen bieten vergleichbare Performance zu C#), ist hier eher irrelevant, da die Anwendung aufgrund der grafischen Oberfläche ohnehin die meiste Zeit „idle“ ist⁷.

⁵Mit dem Mono-Framework besteht grundsätzlich die Möglichkeit, C# Anwendungen für Linux zu entwickeln

⁶Mehr dazu im Kapitel 6

⁷Sicher wäre die Implementierung auch mit C++, Rust oder einer Vielzahl anderer Sprachen möglich gewesen, jedoch liegen in den meisten Fällen die gleichen „Probleme“, wie bei C# und Java vor: Es würde sich einfach nicht lohnen eine performantere Sprache auf Kosten der Entwicklungszeit zu nutzen. Sollte zu einem späteren Zeitpunkt eine Erweiterung nötig sein, bei der sich herausstellt, dass die Geschwindigkeit von Python ein Flaschenhals ist,

Python bietet desweiteren exzellente Interoperabilität mit C und kann auf viele große Frameworks aus den Bereichen C/C++ zurückgreifen (z.B. Qt und OpenCV). Der Pflege der Software durch Padcon steht auch bei Python nichts im Wege, da,

1. sich der Code größtenteils wie Pseudocode oder ein englischer Satz liest.
2. die Auszubildenden im Bereich Anwendungsentwicklung in Zukunft auch Python lernen.

Aufgrund dieser Punkte fiel die Wahl der Sprache auf Python.

so lässt sich dieses performancekritische Modul in einer maschinennahen Sprache wie C oder Rust entwickeln und problemlos einbinden (oder man nutzt eine der alternativen Python-Implementierungen, welche in Kapitel 6 erläutert werden).

6 Python 3

Bei Python 3 handelt es sich um eine universell einsetzbare, plattformübergreifende, dynamisch typisierte und multiparadigmatische Hochsprache, welche in verschiedensten Implementierungen als Open Source Projekt entwickelt wird⁸. Ursprünglich wurde sie von Guido van Rossum 1991 mit dem Ziel entwickelt, eine möglichst lesbare und dennoch mächtige Programmiersprache zu schaffen. Auf der Website der PSF steht dazu: “Python is a programming language that lets you work quickly and integrate systems more effectively.”⁹

In der Standardimplementierung CPython wird der Quellcode zuerst in einen Bytecode kompiliert, welcher dann von einer in C geschriebenen VM interpretiert wird. Andere bekannte Implementierungen sind z.B. PyPy (Interpreter in RPython, Vorteil: sehr viel schneller als CPython, JIT-Compiler), Jython (Ausführung mittels JVM, Vorteil: Interoperabilität mit JRE) oder IronPython (Ausführung mittels DLR - also .NET, Vorteil: Interoperabilität mit .NET bzw. der CLI¹⁰ und Integration in Visual Studio)¹¹.

Alle Ausführungen dieser Arbeit beziehen sich, sofern nicht anders angegeben, auf CPython in Version 3.7.

6.1 Funktionen und Methoden in Python

Eine Besonderheit Pythons ist, dass alles, sei es Klasse, Instanz oder Funktion, ein Objekt ist¹². Dies bringt eine extreme Flexibilität mit sich.

Die Definitionen der Begriffe *Funktion* und *Methode* sind in Python anders als man es eventuell aus anderen Programmiersprachen kennt, daher seien sie hier kurz erläutert¹³:

	kein decorator	@classmethod	@staticmethod
Klasse	function	bound method	function
Instanz	bound method	bound method	function

⁸[KB18, S. 65]

⁹[Pyt18, 18.12.18 - 16:32 Uhr]

¹⁰Common Language Infrastructure

¹¹[Rei18, 18.12.18 - 17:08 Uhr]

¹²Selbst der Code welcher ausgeführt wird, ist ein, über den `__code__` Member erreichbares Objekt

¹³Neben den *bound methods* gab es außerdem noch die sogenannten *unbound methods*, die einer Methode entsprechen, welche ursprünglich zu einer Klasse gehört hat und somit eine Instanz dieser als ersten Parameter erwartet [Het17, 18.12.18 - 17:24 Uhr], allerdings von der Klasse losgelöst wurde. Jedoch wurde dieses Konzept mit Python 3.0 verworfen; was früher eine *unbound method* war, ist nun ebenfalls eine *function* [Ros17, 18.12.18 - 17:23 Uhr].

Neben Methoden und Funktionen ist es auch möglich, andere Objekte in Python aufrufbar zu machen, hierzu müssen sie die *magic method* `__call__` implementieren.

Algorithmus 1 Pythons Funktionsmodell

```
class MyClass():
    def my_method(self):
        pass

    @classmethod
    def my_classmethod(cls):
        pass

    @staticmethod
    def my_static_method():
        pass

    def __call__(self, *args, **kwargs):
        pass

is_a_function_now = MyClass.my_method
MyClass()() # calls an instance of MyClass
```

6.2 Formatierung

Ein Grundsatz der Quellcodeformatierung ist, dass der Code wesentlich öfter gelesen als geschrieben wird. Dementsprechend sollte hier mit großer Vorsicht und einer gut durchdachten Systematik vorgegangen werden. In Python gibt es als grundlegende Quelle, wie man seinen Code gut lesbar und idiomatisch schreibt und formatiert z.B. das “Zen of Python”, welches in Python über *import this* eingesehen werden kann (und als PEP 20 zu finden ist), oder aber die Python Enhancement Proposals PEP 8 und PEP 254.

PEP 8 trägt hier den Titel “Style Guide for Python Code” und umfasst alle Formatfragen von generellem Codelayout über Kommentare bis hin zu Namensgebungskonventionen¹⁴. PEP 257 hingegen beschäftigt sich mit den sogenannten Docstrings und deren Format¹⁵. Docstrings sind eine Form von Inline-Dokumentation, die z.B. die Schnittstelle und Funktion einer Methode beschreibt. Sie werden vom Python-Interpreter berücksichtigt und sind dann unter dem Magic Member `__doc__` zu finden. Über Docstrings könnte man aus dem Quellcode auch automatisch die Dokumentation generieren lassen. Dies ist in unserem Fall jedoch nicht gewünscht,

¹⁴[Ros01, 18.12.18 - 16:17 Uhr]

¹⁵[Goo01, 18.12.18 - 16:17 Uhr]

da die Dokumentation im Rahmen dieser Arbeit stattfindet (im Anhang C ist sie dennoch zu finden (`{modulname}.html`)). Als weitere Referenz für das genutzte Format galten ein von Google veröffentlichtes Dokument¹⁶, sowie der Talk “Beyond PEP 8 -- Best practices for beautiful intelligible code” von Raymond Hettinger, einem der Core Developer von CPython¹⁷.

Abschließend ist es jedoch ratsam, bei all diesen Formatforschriften nochmal Bezug auf den Anfang von PEP 8 zu nehmen: “A Foolish Consistency is the Hobgoblin of Little Minds”¹⁸ – man sollte also wissen, wann es die bessere Entscheidung ist mit den Vorschriften zu brechen.

6.3 Vorwort und Übersicht über die Anwendung

„All computers are now parallel... Parallel programming *is* programming.“

- Michael McCool¹⁹

Wie die meisten modernen Anwendungen, setzt auch TUInventory an vielen Stellen auf Multithreading. Daher sei hier eine Grafik vorangestellt, die Kontroll- (solider Pfeil) und Informationsfluss (gestrichelter Pfeil) visualisiert:

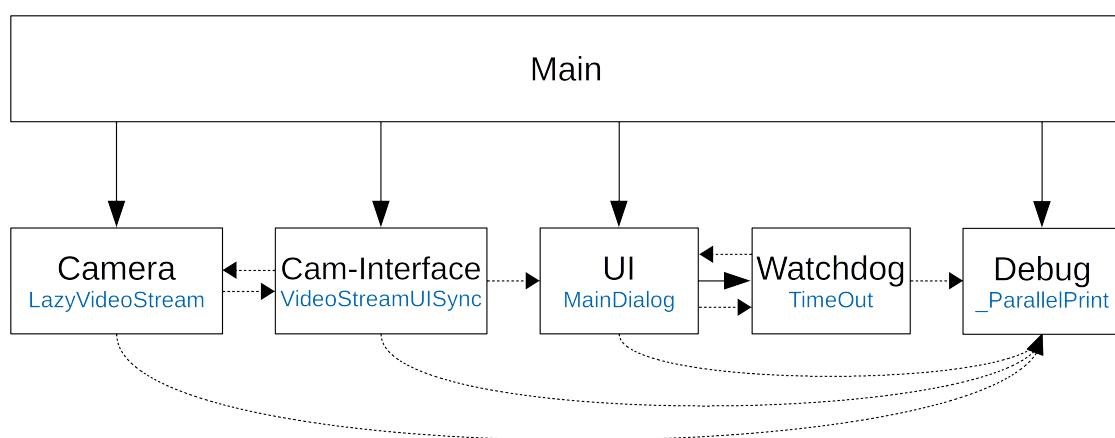


Abbildung 6.1: Übersicht über Verhältnisse von Threads

Des Weiteren sei eine Übersicht über alle Module und deren Klassen, sowie Top-Level-Functions und Module-Level-Instanzen gegeben (siehe hierzu auch die automatisch generierte Dokumentation im Anhang):

¹⁶[Goo18, 18.12.18 - 17:36 Uhr]

¹⁷[Het15, 18.12.18 - 17:40 Uhr]

¹⁸Siehe Fußnote 14 (PEP8)

¹⁹[BO18, S. 1]

barcodereader.py

VideoStream class, thread
LazyVideoStream class, thread
Camera class

classes.py

BigInt class
setup_context_session method
 ContextSession class
Producer class
Article class
Device class
PhoneNumber class
 NoNumberFoundWarning class
Location class
User class
Responsibility class
Timeout class, thread
VideoStreamUISync class, thread

cli

cli_get_barcode.py

keys.py

generate_key method
read_keys method

logger.py

logger RootLogger instance

main.py

main method

qr_generator.py

generate_qr method

slots.py

save_to_db method

update_user_dependant method

create_user method

create_admin method

login method

logout method

create_article method

create_device method

create_location method

create_producer method

generate_password method

reset_password method

reset_admin_password method

ui.py

MainDialog class

LoginDialog class

utils.py

absolute_path method

_ParallelPrint class, thread

parallel_print put method of **_ParallelPrint** instance

check_if_file_exists method

normalize_filename method

7 Command Line Interface

Im CLI sollte ursprünglich der volle Umfang des Barcodereaders umgesetzt werden, dies wurde auch so durchgeführt. Jedoch stellte sich heraus, dass lediglich das Extrahieren eines Barcodes aus einem gegebenen Bild nötig war. Mit Blick auf die Größe des CLI wurde daher die restliche Funktionalität entfernt.

Das CLI setzt intern auf Pythons eingebautes Modul *argparse*, bzw. dessen *ArgumentParser*. Das Interface zeigt sich über Kommandozeilenparameter *-h* dabei wie folgt:

Algorithmus 2 Schnittstellenhilfe zu *cli_get_barcode.py*

```
/$ python cli_get_barcode.py -h
usage: cli_get_barcode.py [-h] [-i PATH] [-d] [-tb]

Extract all barcodes from an image

optional arguments:
  -h, --help            show this help message and exit
  -i PATH, --image PATH           Path to image
  -d, --detailed         Return all extracted information
  -tb, --enable_tracebacks    Enable tracebacks rather than custom messages
```

Über *-h* kann also wie oben dargestellt eine Schnittstellenbeschreibung angezeigt werden. *-i* ist der Parameter, über welchen der Pfad zu einem Bild übergeben wird. Aus diesem Bild wird der Barcode ausgelesen und zurückgegeben. In der Regel wird lediglich der Inhalt eines Codes benötigt, jedoch kann es mitunter nützlich sein, mehr Details (wie z.B. um welche Art Code es sich handelt) zu erhalten. Daher existiert das Flag *-d*, welches es ermöglicht, alle intern verfügbaren Informationen über das Bild, bzw. die darin enthaltenen Codes wiederzugeben. Hierüber ist es außerdem möglich mehrere Codes aus einem Bild zu extrahieren.

Der letzte Parameter ist *-tb*. *cli_get_barcode* ist so aufgebaut, dass alle möglichen Fehler abgefangen werden und zu Fehlern, die dem Nutzer (der potentiell mit einer Python-Fehlermeldung nichts anfangen kann) mehr sagen, gewandelt werden. Jedoch ist in manchen Fällen ein sog. *Traceback* nützlich. Daher ist es über den Parameter *-tb* möglich, die benutzerdefinierten Fehler abzustellen und stattdessen einen Python Traceback zu erhalten.

Das CLI läuft schlussendlich auf einem Server und kann über eine RESTful API angesprochen werden. Um hier ein einfaches Setup zu ermöglichen, wird es mittels pyinstaller als

onefile bzw. *onedir* Lösung verpackt. Hierbei wird zum Beispiel für Windows eine exe erzeugt, die eine volle Python-Installation und alle benötigten Packages beinhaltet. Die *onefile* Lösung stellt sich jedoch als eher ungeeignet heraus, da hier zum Programmstart ein Archiv temporär entpackt wird, was einen enormen Overhead schafft, der bei so kurzer Programmlaufzeit nicht gerechtfertigt ist. Daher wurde das CLI dem Auftraggeber als Linux-*onedir*-Variante übergeben.

8 SQLAlchemy

Bei SQLAlchemy handelt es sich um ein Open-Source SQL Toolkit und einen objektrelationalen Mapper für Python.

Lesenswert im Bezug auf die Grundidee, bzw. Architekturentscheidungen von SQLAlchemy ist hierzu, das von Michael Bayer, dem/einem Entwickler von SQLAlchemy, in *The Architecture of Open Source Applications (Volume 2)*²⁰ veröffentlichte Kapitel über SQLAlchemy. Hieraus geht hervor, dass SQLAlchemy so entworfen wurde, dass man bei der Entwicklung damit gewillt sein muss, die relationalen Strukturen seiner Daten zu bedenken, die Implementierung dieser jedoch durch eine High-Level-Schnittstelle erfolgen sollte. Dieser Abstraktionslayer ermöglicht es SQLAlchemy mit den verschiedensten Datenbanken (SQLite, PostgreSQL, Oracle,...) zu arbeiten, ohne große (wenn überhaupt) Änderungen am Code vorzunehmen. Diese verschiedenen Implementierungen werden alle über dieselbe High-Level API angesprochen und im SQLAlchemy-Jargon “dialect” genannt. Ein weiteres grundsätzliches Merkmal ist, dass SQLAlchemy grob in ein Core-Modul und ein darauf aufsetzendes ORM-Modul aufgeteilt werden kann. Viele Firmen bauen auf dem Core basierend einen eigenen ORM auf. Die Details dieser Struktur sind der umfangreichen SQLAlchemy-Dokumentation zu entnehmen.

8.1 Das Datenbankmodell

Das mit SQLAlchemy umgesetzte Datenbankmodell wurde zunächst wie folgt geplant:

²⁰[Bay18, 18.12.18 - 17:26 Uhr]

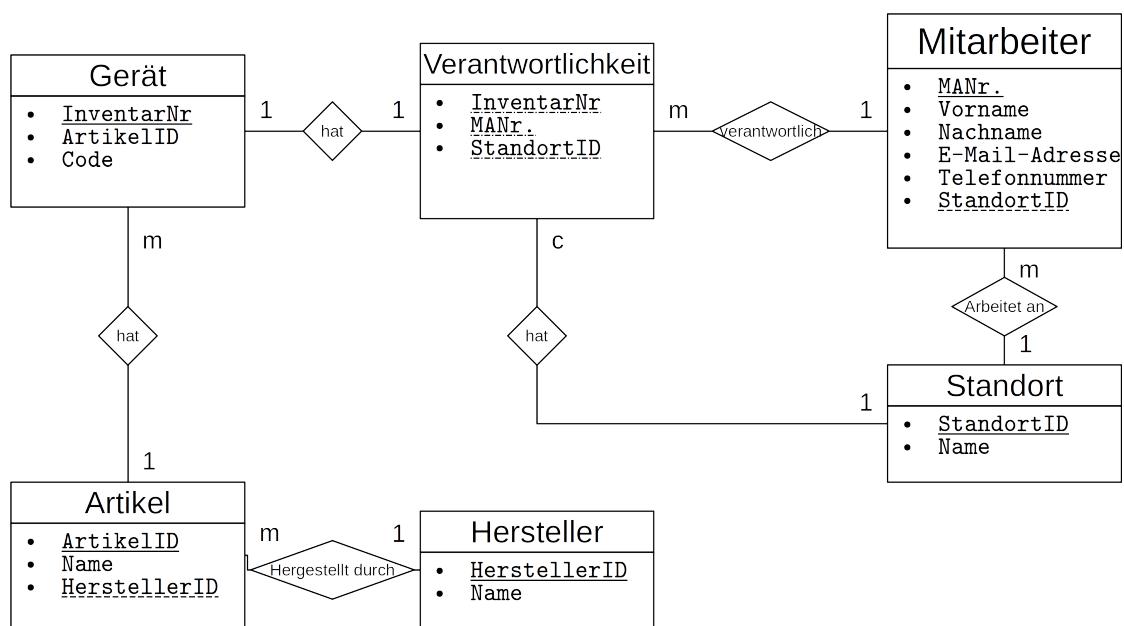


Abbildung 8.1: Entity-Relationship-Diagramm der Datenbank

Es sollte also Geräte geben, deren Standort verfolgt wird und die immer einen Mitarbeiter zugewiesen haben, der für sie verantwortlich ist. Um eine einfachere Pflege der Datenbank zu ermöglichen, wurden der Artikel eines Geräts sowie dessen Hersteller ausgekapselt (3. Normalform).

8.2 Implementierung des Datenbankmodells

Auf Basis dieses ERM wurden Klassen wie folgt erstellt:

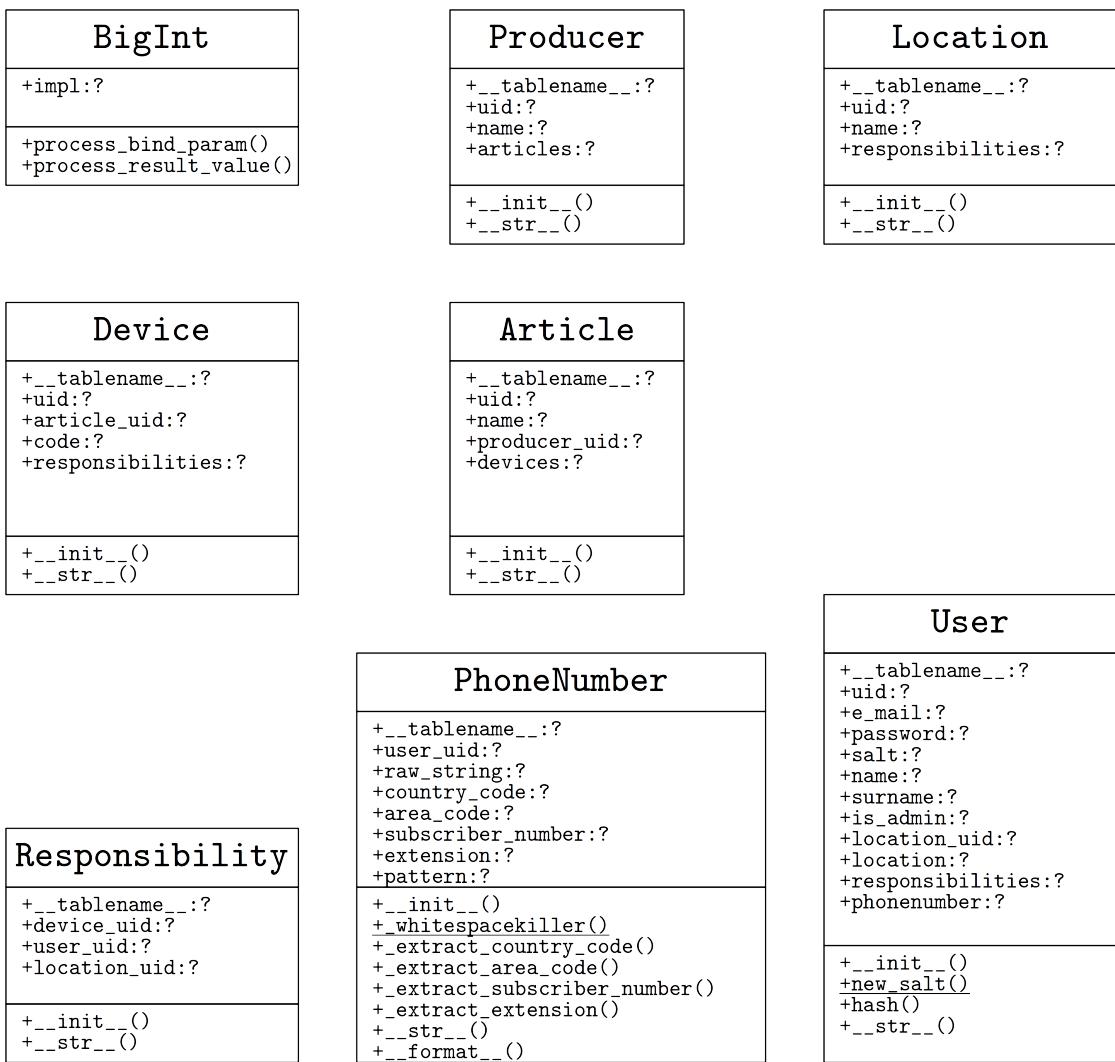


Abbildung 8.2: UML-Diagramm der Umsetzung des ERD

Diese Klassen erben alle von einer abstrakten Basisklasse *Base*, die von SQLAlchemy bereitgestellt wird, und besitzen jeweils einen eigenen Datenbank-Table. Auch die Beziehungen der Klassen werden auf Basis des Quellcodes automatisch von SQLAlchemy erzeugt.

8.3 Benutzerdefinierte Datentypen

Da SQLAlchemy im Hintergrund eine tatsächliche SQL-Datenbank einsetzt, ist es natürlich an deren Datentypen gebunden. Daher ist es hier, ähnlich einer traditionellen DBAPI, nötig, Adapter zu schreiben, um eigene Datentypen ablegen zu können. Konkret geht es darum, das *salt* eines Nutzers in der Datenbank zu speichern. Das Salt ist eine sehr große Zahl. Daher

wird ein eigener Datentyp benötigt, welcher den Python-seitigen Wert beim Speichern in die Datenbank zu einem String konvertiert und beim Abrufen die umgekehrte Umwandlung durchführt. SQLAlchemy stellt hierzu die abstrakte Klasse *TypeDecorator* zur Verfügung. Von dieser leiten wir eine Klasse *BigInt* ab. Als Klassenvariable legen wir über *impl* fest, dass die datenbankseitige Implementierung als string erfolgt, die beiden Methoden *process_bind_param* und *process_result_value* nehmen die Umwandlung vor. Es ist auch möglich, je nach *dialect* der Datenbank, verschieden umzuwandeln, dies ist hier allerdings nicht nötig.

8.4 Beziehungen herstellen in SQLAlchemy

8.4.1 Grundprinzip und 1-zu-n-Beziehungen

In SQLAlchemy werden Beziehungen zwischen Tables mittels der *relationship* Methode hergestellt. Die Variante, für die wir uns entschieden haben, nutzt hierbei *backref*:

Algorithmus 3 Beispiel einer 1-zu-n-Beziehung in SQLAlchemy

```
class Parent(Base):
    __tablename__ = "parents"
    uid = Column(Integer, primaryKey=True)
    children = relationship("Children", backref="parent")

class Child(Base):
    __tablename__ = "children"
    parent_uid = Column(
        Integer,
        ForeignKey("parents.uid", primaryKey=True))
```

Es wird also in einer Klasse lediglich ein Fremdschlüssel festgelegt. In der anderen Klasse wird das *relationship* gesetzt. Dieses *relationship* stellt hierbei bei jeder Instanz von *Parent* eine Liste aller *Children*-Instanzen zur Verfügung. Umgekehrt legt *backref* bei *Children* den Member *parent* an, welcher auf die zugehörige Parent-Instanz verweist. Hier gilt zu beachten, dass es egal ist, auf welcher Seite der Beziehung der Fremdschlüssel hinterlegt ist.

Außerdem ist das erste Argument von *relationship* nicht die Klasse *Child*, sondern ein String, der ihren Namen enthält. Dies ermöglicht es, Beziehungen anzulegen, ohne dass die Partnerklasse bereits angelegt wurde bzw. bekannt ist, was das Arbeiten wesentlich komfortabler macht.

8.4.2 1-zu-1-Beziehung

Es lassen sich mit SQLAlchemy jedoch nicht nur 1-zu-n-Beziehungen anlegen. Durch Erweiterung der *relationship* Methode mit dem *uselist* Parameter lässt sich auf folgende Weise an beiden Seiten des relationships eine Einzelinstanz hinterlegen.

Algorithmus 4 Beispiel einer 1-zu-1-Beziehung in SQLAlchemy

```
class Parent(Base):
    __tablename__ = "parents"
    uid = Column(Integer, primarykey=True)
    children = relationship(
        "Children",
        backref=backref("parent", uselist=False))

class Child(Base):
    __tablename__ = "children"
    parent_uid = Column(
        Integer,
        ForeignKey("parents.uid", primarykey=True))
```

Prinzipiell ist es auch möglich, n-zu-n Beziehungen herzustellen, dies ist bei uns jedoch nicht nötig und wird daher nicht aufgeführt.

8.5 Arbeiten mit SQLAlchemy

Beim Arbeiten mit SQLAlchemy gibt es ein sehr prominentes Konstrukt: *Sessions*

Über diese erfolgt die komplette Interaktion mit der Datenbank, sie erledigt im Hintergrund jedoch auch Dinge wie “State-Management” (Konsistenzstatus zwischen Objekt und Datenbank), was später noch eine wichtige Rolle spielt. Eine Session wird zunächst an eine *Engine* (dt. Datenbanktreiber) angebunden; diese Engine verwaltet z.B. den bereits erwähnten *Dialect* und stellt das Interface zur DBAPI und damit auch zur Datenbank dar. Über ihre Lebenszeit kann man einer Session Objekte manuell oder über Abfragen hinzufügen, sie entfernen und Änderungen an der Datenbank vornehmen. Oftmals, so auch in unserem Fall, gibt es jedoch viele Stellen, von denen aus auf eine Session zugegriffen werden muss. Da stellt man sich natürlich die Frage, wann man denn eine neue Session aufmacht und schließt etc.. Hierzu steht in der Dokumentation von SQLAlchemy:

“When do I construct a Session, when do I commit it, and when do I close it? [...] Make sure you have a clear notion of where transactions begin and end, and keep transactions short, meaning, they end at the series of a sequence of operations, instead of being held open indefinitely.”²¹

8.6 *ContextSessions*

Dies und der Fakt, dass eine Session stets ordnungsgemäß initialisiert und deinitialisiert werden muss, führt uns daher ein weiteres Mal zu einem Kontext-Manager. Dieser Kontext-Manager verfügt über die Engine, zu der alle Sessions verbunden werden, sowie einen sog. *sessionmaker*. Dieser Sessionmaker kümmert sich um die Konfiguration der erzeugten Sessions. Da es jedoch potentiell wünschenswert ist, mehrere Datenbanken zu haben (z.B. lokale Datenbank für Geräte und remote Datenbank für Nutzerdaten), wird im Hinblick auf Zukunftssicherheit und Maintainability, eine Variante gewählt, die es erlaubt, mehrere Kontext-Manager für Sessions auf verschiedenen Engines zu haben. Damit steht eine Fabrikmethode (*setup_context_session*) zur Verfügung, der eine Engine übergeben wird und die den Kontext-Manager als Klasse zurückgibt. Die zurückgegebene Klasse kümmert sich dann um eventuelle Rollbacks im Fehlerfall etc.. Es ist wichtig zu beachten, dass Methoden, die im Hintergrund zu *INSERT*, *DELETE* oder *UPDATE* evaluiert werden, erst beim Aufrufen der Methoden *flush* oder *commit* der Session tatsächlich geschrieben werden, sofern kein *autocommit* eingestellt ist.

Der Aufbau der Fabrikmethode ist in soweit non-trivial, dass in ihr eine Klasse definiert wird, in der wiederum weitere Klassen definiert werden, welche mitunter voneinander erben. Dieses vielleicht überkompliziert anmutende Konstrukt ist eigentlich nicht nötig, stellt aber eine sehr elegante Lösung dar und ist tatsächlich sehr einfach erklärt. Die erste innere Klasse wurde bereits erläutert und ist die, welche von der Funktion schließlich zurückgegeben wird. In dieser wird über den *sessionmaker* von SQLAlchemy eine Klasse *_Session* erzeugt - auf Instanzen dieser können bereits Datenbankoperationen durchgeführt werden, i.d.R. wird das bei SQLAlchemy auch so gemacht. Wir hingegen erben nun von dieser Klasse. Im Konstruktor der abgeleiteten Klasse delegieren wir die tatsächliche Initialisierung zum Konstruktor der Grundklasse und hinterlegen eine leere Liste, welche uns später als Cache dient. Des Weiteren redefinieren wir die Methode *add* der Grundklasse²², in ihr wird nun jede übergebene Instanz zum vorher angelegten Cache hinzugefügt und anschließend der Funktionsaufruf wieder an die Basisklasse delegiert. Dieses Cache ermöglicht es der Session sobald ihr Kontext verlassen

²¹[SQL18, 22.12.18 - 16:41 Uhr]

²²Tatsächlich werden dem gleichen Prinzip folgend, weitere Methoden redefiniert

wird, alle hinzugefügten Instanzen zu „refreshen“²³. Hierbei wird die Instanz mit der Datenbank synchronisiert - die meisten Objekte erhalten hier ihre UID von der Datenbank. Später wurde die innerste Klassendefinition dahingegeng geändert, dass der *sessionmaker* entfällt. Stattdessen wird von der *Session* Grundklasse geerbt und die Konfiguration selbst durchgeführt.

8.6.1 Neue Einträge in der Datenbank vornehmen

Nachdem die Vorarbeit mit Sessions und Klassen geleistet ist, ist es nun sehr einfach, neue Einträge in der Datenbank vorzunehmen. Das folgende Beispielprogramm zeigt, wie einige bereits erzeugte Objekte in der Datenbank abgelegt werden²⁴.

Algorithmus 5 Objekte in Datenbank ablegen

```
from classes import engine, setup_context_session
... # Ausserdem werden benoetigte Klassen etc. eingebunden

CSession = setup_context_session(engine)
... # Instanziieren der Klassen zu user1 und user2 sowie location1
with CSession() as session:
    session.add(user1)
    session.add_all([user2, location1])
```

Wie zu sehen ist, können sehr komfortabel entweder einzelne Objekte oder eine ganze Reihe von ihnen auf einmal geschrieben werden. Commits, Rollbacks etc. werden automatisch im Hintergrund gehandelt.

8.6.2 Abfragen

Abfragen können auf zwei verschiedenen Wegen erfolgen:

- direkt über SQL Querys
- über die *query*-Methode einer *Session* Instanz

²³Dieser refresh wird mittels *map* durchgeführt. Eigentlich ist *map* eine Funktion, um eine Funktion auf alle Elemente eines iterierbaren Objektes anzuwenden und aus den Ergebnissen eine Liste zu erstellen. Hier wird die Ergebnisliste jedoch verworfen, *map* wird lediglich für die Seiteneffekte genutzt. Das war allerdings nicht die erste Lösung. In Abschnitt 13.2 wird ein Vergleich verschiedener Lösungen behandelt.

²⁴das „...“ im Code ist tatsächlich valider Code und wird in Python *Ellipsis* genannt. Es gibt Stellen an denen Ellipsen funktionalen Nutzen haben, hier dienen sie lediglich als Platzhalter.

Bei TUInventory wurde ausschließlich der objektorientierte Abfrageansatz eingesetzt. Als Beispiel dient hier die Abfrage (wenn auch nicht in finaler Version), die im Zusammenhang des Einloggens eines Users auftritt:

Algorithmus 6 Abfrage aus Datenbank anhand eines tatsächlichen Beispiels

```
def login(e_mail, password):
    """Log user into application
    Checks if there's a user of given name in the database,
    if the given password is correct and returns the user
    if both is the case

    Args:
        e_mail (str): e_mail of the user that wants to log in
        password (str): user provided password to check against
    """
    e_mail = e_mail.lower()
    with CSession() as session:
        try:
            user = session.query(classes.User)
            .filter_by(e_mail=e_mail).first()
            user_at_gate = classes.User(
                e_mail,
                password,
                salt=user.salt)
            if compare_digest(user_at_gate.password, user.password):
                update_user_dependant(user)
                session.expunge(user)
                logger.info(f"Successfully logged in as {user.uid}")
                return user
            else:
                logger.info(f"Attempted login with wrong password for \
                           user {e_mail}")
                return None
        except (AttributeError, ValueError) as e: #user not found \
            exception
            logger.info(f"Attempted login from unknown user {e_mail}")
            raise ValueError(f"Attempted login from unknown user {\
                           e_mail}")


```

Die wichtigen Punkte sind hier die Zeilen 14 und 22. In Zeile 14 wird über die *query*-Methode eine Abfrage auf dem Table der *User* vorgenommen. Das Ergebnis dieser Abfrage wird anschließend mittels *filter_by* anhand der Spalte *e_mail* in der Datenbank mit der übergebenen E-mail-Adresse gefiltert. Dies gibt uns ein *Query* Objekt. Da die Spalte *e_mail* mit *unique* gekennzeichnet ist, wird nur ein Objekt abgefragt, dieses erhalten wir mit *first*. Nun wird

dieses Objekt verarbeitet bis zu Zeile 22. Hier wird die Methode `expunge`, zu deutsch auslöschen, der Session genutzt, um das Objekt von der Session zu trennen, sodass es auch außerhalb von ihr seine Gültigkeit behält. Ein Grund, wieso dies nötig ist, ist die Tatsache, dass SQLAlchemy hier, wie auch in vielen anderen Bereichen sehr „lazy“ ist (siehe *Lazy Evaluation*). Tatsächlich fragt es nämlich nicht direkt das ganze Objekt ab, sondern erstmal nur das Attribut `e_mail`, da dieses gerade gebraucht wird. Im Verlauf bis Zeile 22 werden noch `salt` und `password` just-in-time abgefragt und damit der Klasse hinzugefügt. Wenn die Instanz jedoch mit `expunge` von der Session getrennt wird, erfolgt eine Abfrage aller restlichen Attribute, so dass das Objekt vollständig ist²⁵. Wer mit SQL vertraut ist, hat sicherlich bereits erkannt, dass die Methoden dieselben Namen wie einige Operationen in SQL tragen. Analog stehen auch zu weiteren SQL Operationen Methoden bereit, um komplexere Abfragen zu realisieren.

8.6.3 Aktualisieren und Löschen einer Instanz

Möchte man eine Instanz in der Datenbank ändern, ist dies ebenfalls mit einer Session einfach umzusetzen. So muss man lediglich die Instanz in einer Session verfügbar machen (entweder sie ist ohnehin schon darin oder wird über eine Abfrage ermittelt), seine Änderungen vornehmen und den Kontext der aktuellen `ContextSession` verlassen, bzw. die Methode `commit` der `Session` aufrufen. Im Fall der Löschung ist es möglich eine Instanz über die Methode `delete` der Session als gelöscht zu markieren, tatsächlich ist sie aber nicht direkt gelöscht, sondern auch hier erst, sobald der Kontext verlassen wird oder `flush` bzw. `commit` aufgerufen wird.

²⁵Jedenfalls wenn die Klasse und ihre Relationships so konfiguriert wurden.

9 Frameworkfreie Implementierung

Die Anwendung umfasst auch viele Funktionen und Klassen, die nicht allzu stark an SQLAlchemy oder PyQt gebunden sind - diese werden hier behandelt.

9.1 Utilities

Bei der Entwicklung wurde ein kleines Hilfsmodul geschrieben, um einige Sachen zu vereinfachen. Dieses Hilfmodul ist nicht abhängig von einem der anderen Module.

9.1.1 Absolute Pfade

Python bietet grundsätzlich die Möglichkeit an, mit relativen Pfaden zu arbeiten. Diese sind jedoch so umgesetzt, dass sie nicht relativ zur Quelldatei interpretiert werden, sondern stattdessen relativ zum Aufruf arbeiten. Führt man das Python Programm in der Konsole also von einem anderen Ordner aus aus, so wird auf eine andere Datei zugegriffen. Daher wurde eine Funktion entwickelt, die ermittelt, wo sich die Quellcodedatei befindet und ein *pathlib* Objekt zum übergebenen relativen Pfad zurückgibt. Die Pfad-Objekte des Moduls *pathlib* sind plattformunabhängig und sehr komfortabel in der Nutzung (Beispielsweise: Erweiterung mittels Verwendung des überladenen `/`-Operators).

9.1.2 Paralleles Printen

Beim Debuggen ist es oftmals hilfreich sich kleinere Nachrichten an Schlüsselpunkten ausgeben zu lassen. Da diese Nachrichten jedoch aus verschiedenen Threads kommen können, kann sich hier eine race-condition auf der Konsole abbilden, bei der mehrere Nachrichten gleichzeitig ausgegeben werden, wodurch sie schwer bis gar nicht zu verwerten sind. Daher wird ein Singleton-Thread geöffnet, der über eine Queue Nachrichten empfangen und auf der Konsole ausgeben kann. Um eine sauberere Schnittstelle zu haben, wird die *put*-Methode seiner Queue von der Module-Level-Referenz *parallel_print* gespiegelt, über die dann aus allen Modulen sauber zugegriffen werden kann. Die Umsetzung des Singletons ist so, dass es einem Anwender von außerhalb des Moduls nicht möglich ist, eine weitere Instanz der Klasse *_ParallelPrint* zu erzeugen (Zumal das „_“ im Namen nach Konvention angibt, dass es sich um eine Klasse handelt, die in der API nicht aus Gründen der Nutzung von außen vorhanden ist²⁶), indem die Referenz von *_ParallelPrint* nicht mehr auf der Klasse, sondern auf einer Instanz dieser

²⁶ Ein Nutzer kann eine mit „_“-benannte Klasse/Methode/Instanz etc. zwar dennoch verwenden, sollte dabei allerdings die internen Mechanismen im Hinterkopf behalten und ist sogenannt im Fehlerfall auf sich alleine gestellt.

liegt. Probiert er nun, eine Instanz zu erzeugen, wird stattdessen die Magic Method `__call__` der Instanz aufgerufen, welche eine *Warning* wirft. Sofern ein Nutzer des Moduls zwischen Klassendefinition und Umleitung der Referenz im Modulkörper selbst eine weitere Instanz erzeugen würde, könnten zwei Instanzen erzeugt werden. Um dies zu verhindern, existiert eine Klassenvariable `_created`, welche bei der ersten Instanziierung gesetzt wird und bei jeder weiteren eine Warnung hervorruft. Sollte ein Nutzer diese Klassenvariable manuell zurücksetzen, liegt dies außerhalb der zu erwartenden Nutzung und wird nicht mehr abgefangen.

Zu einem späteren Zeitpunkt kam ein weiterer Lösungsansatz auf:

Python erlaubt es beim Erzeugen einer Klasse einen Schlüsselwortparameter `metaclass` zu übergeben. Diese Metaklasse ist, wenn nicht anders definiert, stets `type`. Nun könnte man hier angreifen, eine eigene Metaklasse schreiben, bei der sich jede Klasse, die sie als Metaklasse nutzt, registriert und dadurch eine Mehrfachinstanziierung verhindern. Konkret sieht das dann wie folgt aus:

Algorithmus 7 Paralleles Printen mittels Metaprogrammierung

```
from collections import Counter
from queue import Queue
from threading import Thread

class Singleton(type):
    """Prevent a class from being instantiated more than once"""
    counter = Counter()
    def __call__(self):
        cls = super().__call__()
        self.counter.update((cls.__class__,))
        if self.counter[cls.__class__] > 2:
            raise ResourceWarning(
                f"{cls.__class__.__name__} should only be instantiated\\
                 once!")
        return cls

class _ParallelPrint(Thread, metaclass=Singleton):
    """Provides a threadsafe print, instantiation below"""
    print_ = Queue()

    def __new__(cls):
        instance = super().__new__(cls)
        setattr(cls, "__call__", cls.print_.put)
        return instance

    def __init__(self):
        super().__init__(name=f"{self.__class__.__name__}Thread")
        self.daemon = True

    @classmethod
    def run(cls):
        while True:
            val = cls.print_.get()
            print(val)
            cls.print_.task_done()

printer = _ParallelPrint()
printer.start()
printer("test")
```

Singleton ist eine Metaklasse, erbt daher von der Basismetaklasse *type*. In *Singleton* ist eine *Counter*-Instanz hinterlegt, die bei jeder Instanziierung einer Klasse, die *Singleton* als

Metaklasse nutzt, mitzählt, wie oft diese Klasse bereits instanziert wurde. In dieser konkreten Anwendung ist der Counter eigentlich überflüssig, er könnte genauso ein Dictionary mit boolschen Werten als *values*, oder einfach eine Liste der Klassen sein - dennoch ist er im Code, da die Counter-Klasse klar macht was sein Zweck ist und außerdem lässt sich die Klasse so leicht auf eventuelle Mehrfach-Instanziierungen erweitern. Bei *_ParallelPrint* entfallen in dieser Variante jegliche mehrfachinstanziierungsverhindernde Maßnahmen. Eine weitere Änderung ist, dass die magic-method *__new__* hinzugefügt wurde. *__new__* ist in Python der tatsächliche Konstruktor - auch wenn man bei *__init__* in der Regel vom Konstruktor spricht. In ihm wird der Klasse bei Instanziierung die magic-method *__call__* angehängt, welche dann die *put* Methode der Queue *print_* der Klasse ist - dadurch entfällt die externe Deklaration von *parallel_print*. Alternativ hätte hier eine explizite Deklaration von *__call__* mit Durchreichung an *put* erfolgen können.

9.1.3 Dateitools - Pfadvalidierung und Normalisierung von Dateinamen

Beim Speichern der QR-Codes gibt es einige mögliche Fehlerquellen. So ist es möglich, dass ein Dateiname (der automatisch generiert wurde) ungültige Zeichen enthält, die Datei bereits existiert oder der Speicherort Verzeichnisse enthält, die noch nicht existieren. Daher wurden einige kleine Utilities geschrieben:

check_if_file_exists Überprüft ob eine Datei bereits existiert, und ob der Pfad valide ist. Sollte eine Datei nicht existieren, im Pfad jedoch Ordner enthalten sein die es nicht gibt, so werden alle benötigten Ordner erzeugt und *True* zurückgegeben.

normalize_filename Auf Linux gibt es kaum Einschränkungen in Sachen Zeichensatz für Dateinamen - auf Windows hingegen schon. Daher entfernt diese Funktion alle Sonder-, Whitespace- und nicht ASCII-konformen Zeichen aus dem übergebenen String (Also Pfad). Hierzu werden Regular Expressions eingesetzt.

umlaut_converter Diese Funktion wandelt alle Umlaute im Dateinamen in den zugehörigen Digrafen um (ä zu ae etc.).

9.2 Logging

Beim Logging werden an interessanten Punkten (Datenbankinteraktion, Nutzeranmeldung, Fehler etc.) in der Anwendung, Nachrichten in eine Datei geschrieben. Die Implementierung erfolgt mittels des *logging*-Moduls aus Pythons Standardbibliothek. Dieses wurde so konfiguriert, dass die geschriebenen Datensätze folgende Informationen enthalten:

- Zeitstempel nach ISO 8601 im Format YYYY-MM-DDThh:mm:ss
- Logtyp (Fehler, Debugnachricht, Information, kritischer Fehler o.ä.)
- Dateiname
- Funktionsname, aus dem der Log kommt
- Nachricht

Somit sollte es im Fehlerfall möglich sein, leicht herauszufinden, wo eine Fehlerquelle liegt. Der Aufbau eines Log-Datensatzes ist dabei so, dass rechts die am meisten relevante und links die am wenigsten relevante Information liegt und jeder Abschnitt eine konstante Breite aufweist. Eine Beispieldatei könnte dann so aussehen:

```

1 2018-12-18T19:12:09 [ERROR] from logger.<module> "testerror"
2 2018-12-18T19:12:18 [ERROR] from main.test "testerror in main"
3 2018-12-18T19:12:38 [ERROR] from logger.<module> "testerror"
4 2018-12-18T19:12:38 [CRITICAL] from main.info "System shut down due to missing database"
5

```

Abbildung 9.1: Log-Datei Beispiel

Es ist zu sehen, dass sich die Datei spaltenweise gut lesen lässt und leicht zurückverfolgbar ist, woher eine Nachricht stammt. Bei Nachricht 1 und 3 ist ein `<module>` im Funktionsslot zu sehen; dies bedeutet, dass die Nachricht nicht aus einer Unterfunktion, sondern vom Modul selbst stammt. Die beiden Nachrichten aus `main` hingegen kamen aus den Funktionen `test` und `info`. Ebenfalls zu sehen ist, dass der Leitgedanke, des von rechts nach links absteigend relevanten Informationslevels sich sehr gut mit ISO 8601 kombinieren lässt, da die Sekunden die wohl wichtigste Information der Zeit darstellen. Auf die Darstellung der Millisekunden (bzw. ggf. Microsekunden etc.) wurde verzichtet, da der Nutzer die Anwendung eher im Sekundentakt bedient und sich somit die Zeile nicht unnötig überlädt. Aus demselben Grund wäre es denkbar, auf die Jahreszahl zu verzichten. Im Hinblick auf Datenschutz wurde darauf geachtet, dass alle mitgeloggten Events anonymisiert sind. So wird z.B. anstatt eines Nutzernamens, die Zugehörige Datenbank UID geloggt.

9.3 Barcode Reader - die Klassen `VideoStream` und `LazyVideoStream`

Um Geräte identifizieren und markieren zu können, wird für jedes Gerät ein einzigartiger QR-Code erzeugt. Um diese einzulesen, wird `OpenCV` mit `ZBar` verwendet. Die Funktionalität des Einlesens ist im Modul `barcodereader` gekapselt.

Der Barcode Reader wird anfangs als Prozedur geschrieben. Sobald die Funktion gegeben ist, wird er in eine Klasse umgewandelt und für die später benötigte Parallelisierung vorbereitet²⁷. Dabei gibt es grundsätzlich zwei Optionen:

1. Die zuerst implementierte: Der Thread arbeitet im Polling-Betrieb und stellt kontinuierlich das aktuellste Frame an seiner Schnittstelle bereit. Hierbei wird auf *Mutex* gesetzt, um Threadsicherheit zu gewährleisten.
2. Beim Thread kann ein Frame angefragt werden, er antwortet anschließend mit einem Frame - realisiert wird dieser Vorgang durch *Atomic-Message- Queues*²⁸, welche ein weiterer Weg zur Threadsicherheit sind.

Beide Varianten setzen dabei auf einen sog. *Daemon-Thread* - einen Thread, der nach seinem Starten niemals mit seiner "Aufgabe" fertig ist (es gibt immer wieder neue Frames zum Auswerten).

Die Vermutung beim Auswählen des Prozesses ist, dass die Polling-basierte Variante schneller, jedoch rechenintensiver ist. Demgegenüber steht die Queue-basierte Variante, welche nur so viele Bilder wie nötig verarbeitet, jedoch nach Anfrage länger braucht, um ein Bild zurückzugeben. Daher wird mit einer einfachen Funktion eine statistische Gegenüberstellung der beiden Methoden durchgeführt. Die Funktion erhält hierbei einen Wert, inkrementiert diesen und meldet ihn zurück. Durchgeführt wurde dies für den Bereich [0:20e3].

²⁷Eine genaue Erklärung einiger Prozesse des parallelen Programmierens erfolgt im Abschnitt 10.3

²⁸Eine Erklärung dieser Konstrukte von Raymond Hettinger, der sie entwickelt/implementiert hat, gab es u.a. auf der PyCon Russia 2016 [Het16, 20.12.18 - 23:03 Uhr]

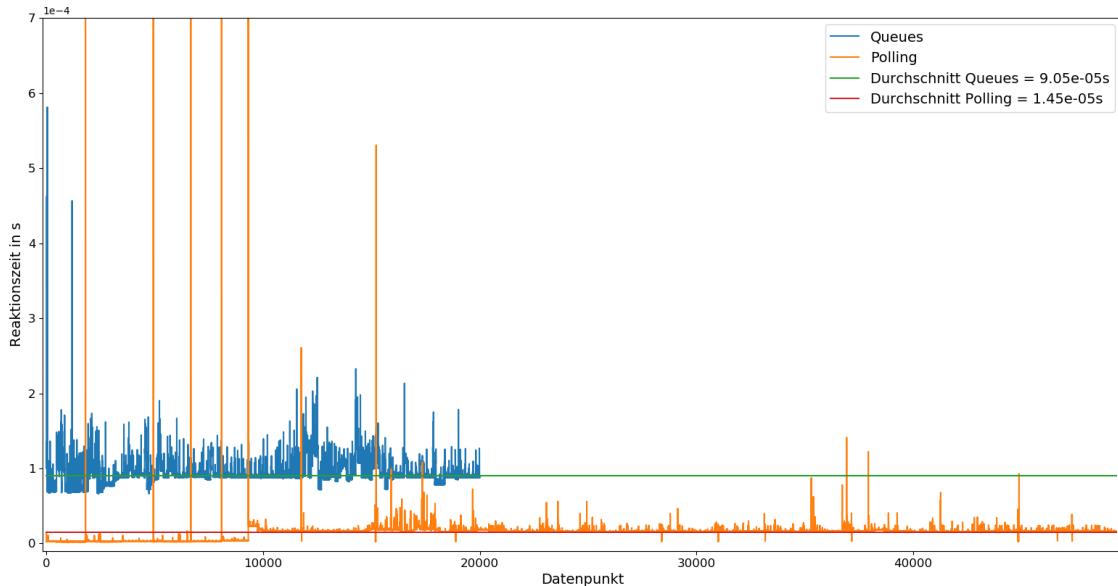


Abbildung 9.2: Gegenüberstellung von Polling und Queues

Wie in Abbildung 9.2 zu sehen ist, war die ursprüngliche Vermutung korrekt. Polling bietet wesentlich bessere Response Times, da es nicht reagiert, sondern proaktiv die Schnittstelle aktualisiert. Was jedoch auch zu erkennen ist: Bis das Ergebnis erreicht war, wurden bei der Queue-Variante lediglich die 20000 minimalen Lesezugriffe (Auf unseren use-case übertragen also Aktualisierungen des Video-Feeds in der UI) durchgeführt - beim Polling fanden mehr als doppelt so viele Lesezugriffe statt (über mehrere Versuche ließ sich der tatsächliche Wert auf ~44e3 bis ~48e3 festmachen); es wurden konsekutiv mehrfach die gleichen Werte abgefragt. Es liegt also bei mehr Rechenzeit kein tatsächlicher Informationszuwachs vor. Betrachtet man die beiden Verfahren als Signale und bildet deren SNR, gilt:

$$SNR_{AMQ} = 1$$

$$SNR_{Polling} \approx 0,5$$

Bei diesen Zahlen ist selbstverständlich zu beachten, dass diese lediglich auf einer sample size von 1 beruhen und somit nur bedingt aussagekräftig sind.

Generell ist es bei einer Echtzeit-Kamera-Anwendung wünschenswert, bessere Response Times zu haben - im Praxisversuch zeigt sich jedoch, dass die Message Queues auf den Testgeräten ein flüssiges Bild liefern, daher wurde diese gewählt. Jedoch steht auch die Klasse für

Polling weiterhin bereit und ist wegen ihrer ähnlichen Schnittstelle, durch geringe Quellcodeänderung einzubinden oder alternativ für eine andere Anwendung einsetzbar.

In der konkreten Implementierung wird zum Anfragen eines Frames eine Queue genutzt; es stellt sich die Frage, wieso hierzu kein *Event* genutzt wurde. Solange lediglich ein Consumer auf den *LazyVideoStream* zugreift, hätte ein Event genauso funktioniert, jedoch treten bei mehreren Consumern Probleme auf. Wenn beispielsweise ein Thread, der die Barcodes auswertet, einen Frame anfragt, gleichzeitig allerdings die UI ein neues Frame zum Anzeigen anfragt, würden beide das Event starten, was beide Male intern das gleiche Flag auf True setzt; im Kontrast könnten beide separate Anfragen in der Request-Queue anlegen. Also würde der VideoStream auf das Event antworten, indem er ein Frame in seine Antwort-Queue legt. Einer der Konsumenten könnte dieses Frame herausnehmen, der andere jedoch würde leer ausgehen; bei der Anfragen-Queue-Variante hingegen würde er beide Anfragen mit einem Frame beantworten.

Weiterhin stellt sich die Frage, wieso auch die Antworten über eine Queue geregelt sind, anstatt auf eine gelockte Property zu setzen: Die Request-Response-Variante hat den Vorteil, dass es nicht möglich ist, veraltete Daten abzufragen. Jeder, der ein Frame von der Kamera möchte, ist gezwungen vorher eine Abfrage zu starten - daher ist dieses grundsätzlich aktuell.

Dieser Mechanismus hätte, nach folgendem Schema auch in einer Property gekapselt werden können:

- bei *get-Zugriff* der Property wird intern eine Abfrage in der Request-Queue abgelegt
- blockierende Methode *get* der Response-Queue wird aufgerufen
- Daten werden zurückgegeben

Hierauf wurde jedoch verzichtet, da man bei manuellem Zugriff auf die Queues die Laufzeit der Bildabfrage mit einkalkulieren kann. Zum Beispiel weiß man an Punkt A, dass man bald ein Frame benötigt, also fragt man es an. Danach erledigt man einige andere Arbeiten, bis man das Frame an Punkt B tatsächlich entgegennimmt und verarbeitet.

9.4 Auslesen von Barcodes und grundlegende Aufbereitung von Frames

Die Funktionalität des Barcode-Auslesens und eine erste Bearbeitung der Frames findet in der Methode *find_and_mark_barcodes* der VideoStream-Klassen statt. Der Methode wird ein Frame übergeben, auf dem dann operiert wird.

Grundsätzlich gibt es zwei gängige Formate, in denen Bilder im Speicher dargestellt werden:

$$A_1 = \left(\begin{array}{cccc} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mn} \\ g_{11} & g_{12} & \cdots & g_{1n} \\ g_{21} & g_{22} & \cdots & g_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ g_{m1} & g_{m2} & \cdots & g_{mn} \\ b_{11} & b_{12} & \cdots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \cdots & b_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{m1} & b_{m2} & \cdots & b_{mn} \end{array} \right)$$

$$A_2 = \left[\begin{array}{cccc} \begin{pmatrix} r_{11} \\ g_{11} \\ b_{11} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} r_{12} \\ g_{12} \\ b_{12} \end{pmatrix} & \cdots & \begin{pmatrix} r_{1n} \\ g_{1n} \\ b_{1n} \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} r_{21} \\ g_{21} \\ b_{21} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} r_{22} \\ g_{22} \\ b_{22} \end{pmatrix} & \cdots & \begin{pmatrix} r_{2n} \\ g_{2n} \\ b_{2n} \end{pmatrix} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \begin{pmatrix} r_{m1} \\ g_{m1} \\ b_{m1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} r_{m2} \\ g_{m2} \\ b_{m2} \end{pmatrix} & \cdots & \begin{pmatrix} r_{mn} \\ g_{mn} \\ b_{mn} \end{pmatrix} \end{array} \right]$$

A_1 ist dabei ein Vektor(zwecks Übersichtlichkeit - im Code ist es ein beliebiger Container) mit je einer Matrix pro Farbkanal. A_2 ist hingegen eine Matrix, welche dann einen Vektor je Farbkanal enthält.

Da einige Zeilen der Auswertung nontrivial sind, wird die Funktion hier im Detail durchgesprochen.

Algorithmus 8 Methode *find_and_mark_barcodes* der beiden VideoStream-Klassen

```
def find_and_mark_barcodes(self, frame):
    """Find barcodes in given frame
    Args:
        frame: Frame that barcodes are to be detected in
    Returns:
        Tuple of frame where barcodes are marked, list of all \
            found codes in frame
    """
    barcodes = pyzbar.decode(frame)
    found_codes = []
    for barcode in barcodes:
        barcode_information = (barcode.type, barcode.data.decode("\
            utf-8"))
        if barcode_information not in found_codes:
            found_codes.append(barcode_information)
        poly = barcode.polygon
        poly = np.asarray([(point.x, point.y) for point in poly])
        poly = poly.reshape((-1, 1, 2))
        cv2.polylines(frame, [poly], True, (0, 255, 0), 2)
        cv2.rectangle(frame, *self.rect_transformation(*barcode.\
            rect), (255, 0, 0), 2)
        x, y = barcode.rect[:2]
        cv2.putText(
            frame,
            "{}({})".format(*barcode_information),
            (x, y - 10),
            cv2.FONT_HERSHEY_PLAIN,
            1,
            (0, 0, 255),
            1)
    return frame, found_codes
```

Der Ablauf ist wie folgt:

1. Über pyzbar, eine Python Bibliothek, die es ermöglicht Barcodes aus Bildern auszulesen, werden alle Barcodes aus dem Frame ausgelesen.
2. Es wird eine leere Liste *found_codes* angelegt und über alle Barcodes iteriert
 - (a) Es wird ein Tupel angelegt, dass den Barcode Typ (z.B. EAN-14 oder QR-Code) und die enthaltenen Daten mit UTF-8 codiert enthält.
 - (b) Nun wird überprüft, ob dieses Tupel bereits in *found_codes* hinterlegt ist, wenn nicht wird es hinzugefügt. Grundsätzlich gäbe es hier zwei Alternativlösungen. Man könnte entweder nicht überprüfen, ob das Tupel bereits enthalten ist, und *found_codes*

am Ende in ein *set* konvertieren, oder eine *set-comprehension* einsetzen um *found_codes* zu erzeugen. Sets sind dabei Python Container, die hashbare Instanzen in nicht geordneter Reihenfolge speichern. Sie sind soz. ein Dictionary, dass nur aus Schlüsseln besteht.

- (c) ZBar gibt *Barcode* Objekte zurück, die nebst dem tatsächlichen Payload des Codes, auch Metainformationen wie z.B. Geometrien um den Code enthalten. Hier setzen wir den *polygon* Member ein, um jene Punkte (Pixel) zu erhalten, die ein Polygon um den Code im Bild bilden.
- (d) Wir bilden uns nun eine Liste, die Tupel mit allen Koordinatenpaaren dieser Punkte enthält und setzen diese als Parameter für die Funktion *np.asarray* ein. Dabei ist *np* die Bibliothek *numpy* - eine hochoptimierte Bibliothek, die vor allem auf große Vektor- und Matrixoperationen - also lineare Algebra - ausgerichtet ist. *asarray* bildet nun aus der Liste aus Tupeln eine neue Struktur - das Array (tatsächlich ist es ein *ndarray* - ein n-dimensionales Array also). Diese Arrays, wie auch praktisch alle Funktionen auf ihnen, sind durch NumPy direkt in C²⁹ implementiert.
- (e) Nun folgt ein Aufruf der *reshape* Methode. Diese ermöglicht es *arrays* effizient umzuformen (z.B. würde ein *a.reshape(2 * len(a))* aus einem Array wie unserem, ein 1-dimensionales Array bilden). Über die -1 im übergebenen Tupel, teilen wir NumPy mit, dass es uns egal ist, was es mit dieser Dimension macht, uns interessieren lediglich die anderen beiden, welche wir dann auf 1 bzw. 2 setzen.
- (f) Die folgende Zeile zeichnet nun, dem Array *poly* entsprechend ein Polygon auf unser Frame. True definiert das Polygon hierbei als geschlossenes Polygon, das Tupel (0,255,0), ein RGB Triplet, das unsere Farbe festlegt und die 2 ist die Dicke der zu zeichnenden Linien.
- (g) Analog dazu wird noch ein Rechteck um den Code gezeichnet. Ein C-Programmierer würde die dabei vorkommenden Asteriske eventuell als Pointer deuten, tatsächlich handelt es sich jedoch um doppeltes Tupel-Unpacking. Zuerst rufen wir die statische Methode *rect_transformation* unserer Klasse auf. Diese führt eine Koordinatentransformation des *rec*³⁰-Members des Barcode Obektes durch. Hierbei werden die Koordinaten der Form „Ursprung und Größe“ in zwei absolute Eckpunktskoordinaten gewandelt. Das dabei zurückgegebene Tupel wird nun direkt unpacked und kann gezeichnet werden.

²⁹Mitunter werden in numpy auch noch andere Sprachen wie z.B. Fortran eingesetzt

³⁰Von Englisch „rectangle“ zu deutsch „Rechteck“

- (h) Die anschließende Zeile ist eine sog. *slice* Operation, bei der wir die ersten beiden Elemente des *rect* Members nehmen, unpacken und in Variablen ablegen.
 - (i) Mithilfe dieser Variablen und einem Offset wird nun ein Text auf das Frame gezeichnet. Dieser Text enthält den Typ des Codes, sowie seine Daten. Dies ist eine der wenigen, wenn nicht sogar die einzige Stelle, im gesamten Programm, an der zur String-Interpolation kein f-String, sondern die alte *str.format* Methode eingesetzt wird. Diese kann nämlich über Unpacking komfortabel Tuple verarbeiten - mit einem f-String hätte jedes Element einzeln angesprochen werden müssen.
3. Sind alle Barcodes verarbeitet, werden das bearbeitete Frame und alle gefundenen Codes zurückgegeben.

9.5 Weitere Kapselung: VideostreamUISync

Zwischen *VideoStream* und UI sitzt ein weiterer Abstraktionslayer. Dieser kümmert sich darum, die Bilddaten auszuwerten, aufzubereiten und in der UI darzustellen. Konkret handelt es sich hierbei um einen weiteren Daemon-Thread, der bei seiner Instanziierung den *LazyVideoStream* von dem er seine Frames bekommt, sowie ein *canvas* übergeben bekommt. Das *canvas* ist ein beliebiges Qt Widget, das die Methode *setPixmap* implementiert. Tatsächlich verwendet Qt nämlich nicht einfach Matrizen zur Bilddarstellung, sondern implementiert hierzu eine eigene Klasse *QPixmap*. Der Ablauf einer Schleifeniteration sieht wie folgt aus:

1. Anfrage eines Frames bei *VideoStream*
2. Abrufen der Antwort - Aufteilung in Bilddaten und Barcodes
3. Aufruf der Methode *_matrice_to_QPixmap*
 - (a) Farbkorrektur über Wandlung von BGR zu RGB mittels *cvtColor* Methode von OpenCV - dies ist grundsätzlich eine sehr simple Aufgabe, es werden je nach Aufbau der Matrix lediglich zwei Arrays getauscht. Der Einsatz der Methode macht jedoch klar, was hier passiert.
 - (b) Ermitteln der Dimensionen der Matrix
 - (c) Konstruktion eines *QImage*; ein für Qt nötiges Zwischenkonstrukt. Hier werden alle Dimensionen und der gewünschte Farbraum (RGB mit 3x8bit) festgelegt.
 - (d) Konstruktion und Rückgabe einer *QPixmap*
4. Schreiben des Frames in die UI

5. Sofern codes gefunden wurden, wird die Methode *update* des *Counters barcodes* aufgerufen, falls ein Barcode als sicher erkannt eingestuft wird, wird ein Qt Signal emmitiert, welches die UI entgegennimmt und verarbeitet.
6. Kurze Verzögerung, die OpenCV benötigt, um korrekt zu funktionieren.

In Schritt 5 wird ein Counter angesprochen. Counter sind eine Datenstruktur des Python Standardmoduls *collections*, das spezielle, high-performance Containertypen zur Verfügung stellt³¹. Konkret ist ein Counter eine *HashMap*, also ein Python dictionary, das hashbare Objekte und ihre Häufigkeit in sich oder einer anderen Datenstruktur, wie einer Liste speichert. Dieser Counter ermöglicht es, Fehler der Barcodeerkennung (diese sind extrem selten, kommen jedoch vor) auszugleichen. Ein Barcode wird erst als korrekt erkannt anerkannt, wenn er in einer bestimmten Anzahl an Frames erkannt wurde. Der Thread implementiert außerdem Methoden, um den Counter zurückzusetzen und das häufigste Element abzufragen.

Nach dem Verknüpfen mit der UI zeichnet sich ab, dass diese Lösung nicht funktioniert. Das Emittieren eines Qt Signals scheint, entgegen den Erwartungen, eine sehr teure (im Bezug auf Laufzeit) Operation zu sein - so läuft das Bild perfekt flüssig, bis man ein Signal einfügt, dann ruckelt es merklich; nämlich immer dann, wenn ein Signal emittiert wird. Außerdem stürzt die Anwendung ohne jegliche Fehlermeldung ab, wenn zu viele Signale in kurzer Zeit emittiert werden. Die Tatsache, dass hier keine Python Exception geworfen wird, aber auch der Hauptthread nicht korrekt „durchläuft“, sondern einfach schließt, lässt auf einen Fehler in der C/C++ Ebene von Qt schließen. Ein grundsätzlicher Workaround wäre, einen *sleep* von 1-2s nachdem ein Signal emittiert wurde, einzubauen oder die Sensitivität herunter zu stellen (also höherer Wert). Da in der Anwendung i.d.R. nicht nötig ist, innerhalb weniger Sekunden viele Codes einzuscanen, wäre das auch erstmal akzeptabel und funktionell - jedoch nicht sonderlich elegant, da das Bild in dieser Zeit immer stillstehen würde.

Dank des modularen Designs bieten sich einige bessere Möglichkeiten, um dieses Problem zu beheben:

- Weiterer Thread, sodass ein Thread nur Bilddaten verarbeitet und ein weiterer nur Barcodes
- Die Qt *QApplication* auf eine nicht-blockierende Art starten und eine eigene Eventloop für die UI implementieren, um eine performantere Kommunikation zwischen UI und Sync selbst zu implementieren.

³¹[Pyt19, 25.02.19 - 19:11 Uhr]

Umgesetzt wird die erste Variante. Dies ist mit nur geringfügigen Änderungen (weiteres Attribut der *VideostreamUISync* Klasse, zwei Verzweigungen und weitere Instanziierung der Synchronisation) möglich und erzielt das gewünschte Ergebnis.

9.6 Datenbanksynchronisation

Im Modul *slots* existieren Fabrikfunktionen für die meisten Entitätsklassen der Datenbank. Um diese direkt bei ihrer Erzeugung mit der Datenbank zu synchronisieren, wird die recht simple Funktion *save_to_db* implementiert. Diese Funktion wird zunächst am Ende jeder Funktion, die eine neue Instanz erzeugt, aufgerufen. Dies ist zwar grundsätzlich nicht falsch, bedeutet jedoch, dass ein Programmierer, beim späteren Pflegen des Programms, sich eventuell nur die Funktionsschnittstelle ansieht und dabei übersieht, dass die Instanz direkt synchronisiert wird. Daher wurde, im Zuge des Refactoring, der *Function-Decorator synchronized* geschrieben, welcher direkt bei Funktionsdefinition klarmacht, dass diese Funktion synchronisierte Instanzen erzeugt.

Der Function-Decorator sei hier kurz erläutert:

Algorithmus 9 Definition des Function-Decorators

```
from functools import partial

def synchronized(function, decorated=False, *args, **kwargs):
    """Function-decorator to automatically add the instance a function\
        returns to DB"""
    if not decorated:
        return partial(synchronized, function, True)
    else:
        instance = function(*args, **kwargs)
        save_to_db(instance)
        return instance
```

Dekoratoren sind Konstrukte der Metaprogrammierung, die aus dem Programmierparadigma der funktionalen Programmierung stammen. Ihre Daten sind andere Funktionen, Klassen etc.³².

Ein Function-Decorator ist so aufgebaut, dass er mit der @-Syntax, die ihm nachgestellte Funktion³³ als ersten positionellen Parameter übergeben bekommt und diese mit seiner Rück-

³²[Ste17, 16.01.19 - 17:00 Uhr] und [Gos19, 16.01.19 - 17:04 Uhr]

³³Hier sei gesagt, dass Function-Decorator auch auf anderen aufrufbaren Objekten arbeiten können und selbst durch verschiedene aufrufbare Objekte (*callable* im Python Jargon) dargestellt werden können (z.B. eine Klasse die *__call__* implementiert). Außerdem müssen Dekoratoren nicht zwangsläufig Funktionen zurückgeben - sie unterliegen keinerlei Einschränkungen im Bezug auf Parameter und Rückgabewerten. Jedoch sind sie in der Form

gabe zum Definitionszeitpunkt der dekorierten Funktion redefiniert. In der Schnittstelle gibt es außerdem noch *decorated*, ein standardmäßig mit *False* vorbelegtes Flag, das später wichtig wird, sowie die Parameter **args* und ***kwargs*. Diese Parameter haben eine besondere Bedeutung, welche sie nicht durch ihren Namen, sondern durch die vorgestellten Asteriske erhalten (die Bezeichner nach * und ** sind grundsätzlich egal, jedoch sind *args* und *kwargs* gängig für „Durchreichungen“, da sie in diesem Funktionskontext keine weniger abstrakte Bedeutung haben); **args* ist ein Parameter, welcher stellvertretend für beliebig viele positionelle Argumente steht - ***kwargs* hingegen steht für beliebig viele Schlüsselwortparameter (daher der Name *kwargs*, von keyword arguments). Im Funktionskörper stellen diese dann ein Tupel bzw. ein Dictionary dar.

Wird diese Funktion nun das erste Mal aufgerufen, nämlich wenn die dekorierte Funktion definiert wird, fällt das *decorated*-Flag auf seinen Standardwert *False* zurück, was zur Folge hat, dass der erste if-Block direkt betreten wird. In diesem wird nun die Funktion definiert, welche bei späterem Aufruf der Originalfunktion, an Stelle dieser aufgerufen wird. Die Funktion *partial* des Moduls *functools* der Standardbibliothek erlaubt die partielle Evaluation einer Funktion. Dabei übergibt man ihr zuerst die Funktion, welche partiell evaluiert werden soll und anschließend alle Parameter, welche sozusagen „vorbelegt“ werden. Hierbei sagen wir also, dass die zurückgegebene Funktion der Decorator selbst ist, welcher bei jedem Aufruf implizit die dekorierte Funktion übergeben bekommt. Des Weiteren setzen wir das *decorated*-Flag auf *True*.

Wird nun die dekorierte Funktion (in ihrem dekorierten Zustand) aufgerufen, wird die Funktion *function* (also die dekorierte Funktion in undekoriertem Zustand) aufgerufen, wobei als Parameter nach der Partiellevaluation nur noch *args* und *kwargs* übrig sind. Hier wird beim Aufruf explizites *Tuple Unpacking* für *args* und *Dictionary Unpacking* durch die *- bzw. **-Syntax eingesetzt, was dazu führt, dass die Originalfunktion effektiv einen „normalen“ Funktionsaufruf „erlebt“. Die dadurch erzeugte Instanz kann nun weiterverarbeitet werden, bevor sie an den ursprünglichen Funktionsaufruf zurückgegeben wird.

In einer weiteren Verbesserungsiteration konnte die Funktion immens vereinfacht werden:

Funktion-dekoriert-Funktion-und-gibt-Funktion-zurück am häufigsten anzutreffen.

Algorithmus 10 Verbesserte Definition des Function-Decorators

```
def synchronized(function):
    """Function-decorator to automatically add the instance a function\
        returns to DB"""
    def synchronized_function(*args, **kwargs):
        instance = function(*args, **kwargs)
        save_to_db(instance)
        return instance
    return synchronized_function
```

Der Verzicht auf den rekursiven, partiell evaluierten Aufruf des Dekorators, welcher durch die Definition einer Funktion im Funktionskörper des Dekorators ersetzt wird, macht den Code wesentlich klarer. Die grundsätzliche Funktionsweise bleibt abseits dessen jedoch gleich.

10 Benutzerverwaltung

Da es in der Anwendung unter anderem darum geht, festzulegen, wer für welche Geräte verantwortlich ist, haben wir die Entscheidung getroffen, dass es nicht möglich sein sollte, die Verantwortlichkeiten eines anderen Mitarbeiters bearbeiten zu können. Dies erfordert ein Nutzersystem mit entsprechender Nutzerverwaltung. Aufgrund dieser Nutzerverwaltung wurden wir mit dem Problem konfrontiert, dass die Benutzer sich authentifizieren müssen, hierfür wurde, klassischerweise, ein Passwort-System gewählt. Dies bringt das Problem der Passwortspeicherung mit sich, das, auch heute noch, in vielen Systemen eine Schwachstelle für potentielle Angriffe Dritter darstellt. Während es sich bei diesem System nicht um eine wirklich sicherheitskritische Anwendung handelt, sollte eine Anwendung unserer Ansicht nach dennoch so gestaltet sein, dass sie keine zu offensichtlichen Schwachstellen hat. Ein weiteres Problem entsteht dadurch, dass eine SQL-Datenbank im Hintergrund mit vom Nutzer zur Laufzeit eingegebenen Daten gefüllt wird. Dies könnte, wenn nicht richtig abgefangen, zur SQL-Injection genutzt werden.

10.1 SQL

Das zweite Problem lässt sich mit Python vergleichsweise leicht umgehen, indem man beim Nutzen von `sqlite3` die mitgelieferte `?`-Syntax einsetzt, oder aber, wie wir, das bereits näher erläuterte SQLAlchemy nutzt, welches intern eine Validierung der Werte durchführt, die es in seinen SQL-Befehlen nutzt.

Um das Problem/Prinzip der SQL-Injection aufzuzeigen, folgt hier ein kurzes Beispiel.

Gegeben sei eine sehr einfache Datenbank, die Nutzer mit Namen speichert:

Name	Typ	Schema
- Tabellen (1)		
- users		CREATE TABLE users(uid int AUTO_INCREMENT, name varchar(255), PRIMARY KEY (uid))
uid	int AUTO_INCREMENT	`uid` int AUTO_INCREMENT
name	varchar (255)	`name` varchar (255)
- Indizes (0)		
- Ansichten (0)		
- Trigger (0)		

Abbildung 10.1: Beispieldatenbank

Wobei es möglich sein soll, neue Nutzer über eine Kommandozeileneingabe des Namens hinzuzufügen.

Algorithmus 11 Beispiel von SQL-Injection

```
import sqlite3

connection = sqlite3.connect("test.db")
cursor = connection.cursor()

def insert_user_insecure(name):
    cursor.executescript(f"INSERT INTO users(name) VALUES({name})")

def insert_user_secure(name):
    cursor.execute("INSERT INTO users(name) VALUES (?)", (name,))

insert_user_insecure(input("Benutzername eingeben:"))
```

Wird nun über die Kommandozeile als Name z.B. """); DROP TABLE users;--' eingegeben, wird die Tabelle aller Nutzer gelöscht. Korrekt umgesetzt ist das Ganze in *insert_user_secure* dargestellt. In diesem Fall wirft dieselbe Eingabe einen Fehler und die Datenbank wird nicht kompromittiert.

10.2 Kryptografie

Für die Passwörter gestaltet sich das Ganze nicht ganz so unkompliziert. Aufgrund dessen, dass der Quellcode offen ist und auch die Datenbank lokal liegt, ist es einem Angreifer ein

Leichtes, jede eventuelle einfache Verschlüsselung zu umgehen³⁴. Daher werden bei unserer Lösung die Passwörter gar nicht gespeichert - stattdessen wird ein Hash-Algorithmus (zu Deutsch: Streuwertfunktion) eingesetzt und dieser Hash gespeichert. Ein Hash-Algorithmus ist eine Funktion, welche, eine Menge an Eingangsdaten auf eine begrenzte Menge an Ausgangsdaten abbildet und idealerweise, in eine Richtung sehr schnell durchzuführen ist, in die andere dagegen einen sehr hohen Rechenaufwand benötigt. Im Idealfall ist dieser Rechenaufwand so hoch, dass sich eine "Einwegfunktion" ergibt, die nicht umzukehren ist. Sogenannte Hash-Kollisionen, also die Tatsache, dass mehrere Werte der Eingabemenge auf die gleichen Elemente der Ausgabemenge gemappt werden, bewirken außerdem, dass die Funktion selbst wenn man eine Umkehrfunktion ermitteln kann, diese nicht eindeutig ist.

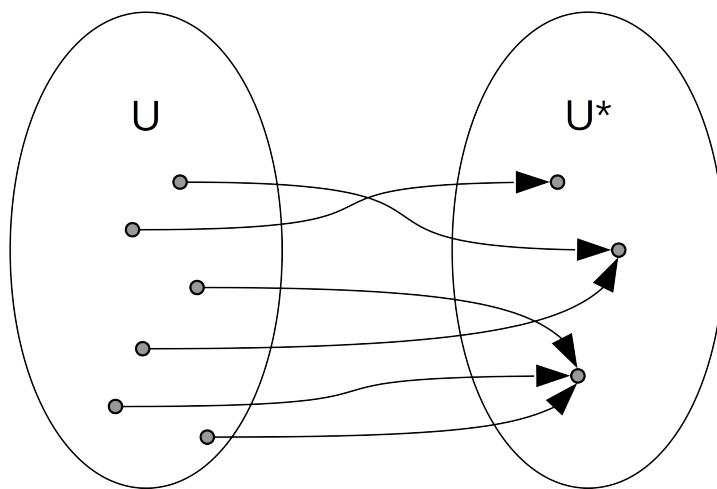


Abbildung 10.2: Prinzip von Hashfunktionen

Ein klassisches Beispiel für einen simplen Hash-Algorithmus ist die einstellige Quersumme, hier wird rekursiv die Quersumme einer Zahl gebildet, bis nur noch eine Stelle übrig ist.

10.2.1 Benutzer anlegen

Das genaue Verfahren ist im folgenden Diagramm ersichtlich, der zugehörige Quellcode ist in der Klasse *User* als Methode *hash* zu finden.

³⁴Auf Linux lässt sich das Ganze wie in Abschnitt 14 dargestellt sichern.

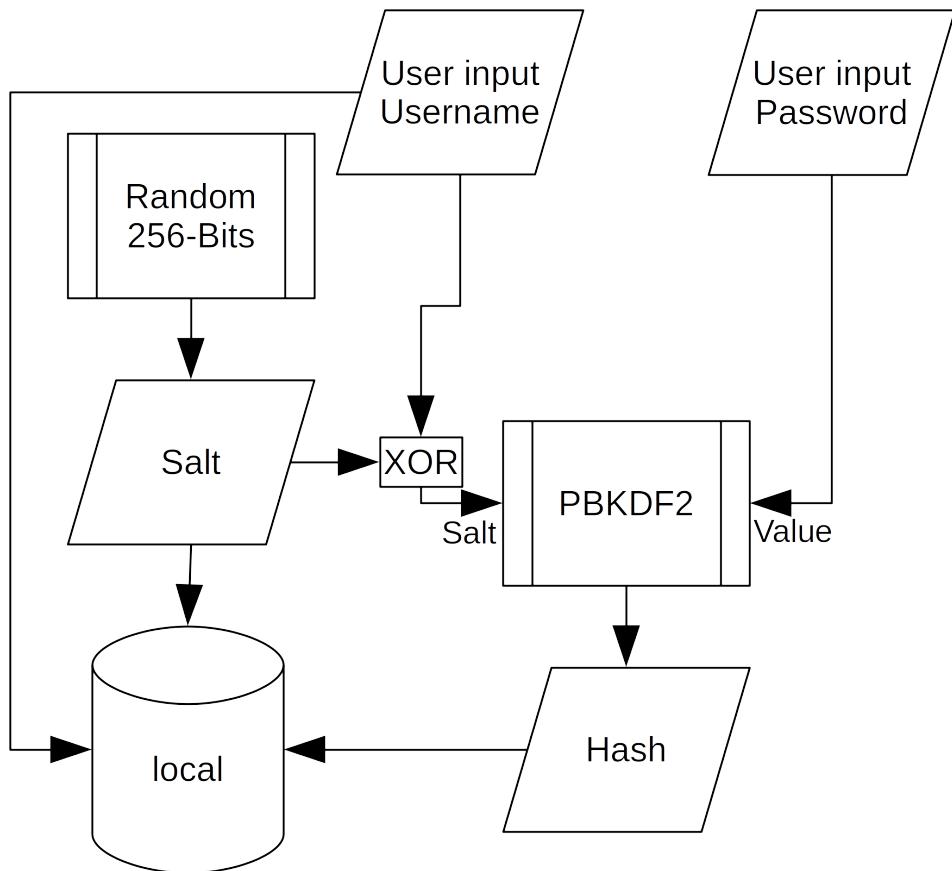


Abbildung 10.3: Passwort-Speicher-Vorgang

Es werden also aus den vom Nutzer getätigten Eingaben der Benutzername und das Passwort ausgewählt (bzw. werden diese in der Instanz einer Nutzerklasse abgelegt und daraus wieder abgerufen, dies wird allerdings später näher erläutert). Außerdem wird eine kryptografisch starke (im Gegensatz zu den, nicht für Kryptografieanwendungen geeigneten Zufallszahlen des normalen Pythonmoduls `random`) 256-Bit Zufallszahl generiert. Diese stellt ein erstes Salt dar. Im ersten Schritt wird nun die E-Mail-Adresse - ein String also - zu einer Abfolge aus Bytes codiert, welche dann als Ganzzahl interpretiert wird. Diese Zahl wird anschließend über ein bitweises XOR mit dem generierten Salt verknüpft und stellt unser finales Salt dar. Die daraus resultierende Zahl sowie das Passwort werden dann wieder zu einer Folge aus Bytes konvertiert. Im zweiten Schritt werden nun diese beiden `bytes`-Instanzen über einen PBKDF2-Algorithmus miteinander verknüpft. In unserem Fall nutzt dieser intern einen HMAC-, welcher wiederum einen SHA-512-Algorithmus nutzt. Dieser Hash-Vorgang wird nun 9600-mal durchgeführt. Der daraus entstehende Hash ist unser "Endergebnis" und wird zusammen mit der

anfangs generierten Zufallszahl in der Datenbank abgelegt.

Der Hintergrund zu der vergleichsweise komplexen Erzeugung des finalen Salts ist folgender:

- Wenn man kein Salt einsetzt, haben zwei Nutzer in der Datenbank denselben Hash, wenn sie dasselbe Passwort haben, was einem Angreifer im Bereich Social Engineering einen Angriffspunkt liefern würde (à la.: "Was haben diese Nutzer gemeinsam, dass sie eventuell als Passwort nutzen könnten"), bzw. lässt auf ein gängiges Passwort schließen.
- Wenn man nur die Zufallszahl als Salt nutzt, ist es theoretisch möglich, dass zwei Nutzer dieselbe Zufallszahl erhalten (Auch wenn diese Wahrscheinlichkeit praktisch vernachlässigbar klein ist, bei 2^{256} Werten, die die Zufallszahl annehmen kann und einer zu erwartenden Nutzerzahl ≤ 50 beträgt die Wahrscheinlichkeit $\frac{5}{2^{256}} \approx 4,32 \cdot 10^{-75}\%$) was im selben Problem wie der zuvor genannte Punkt münden würde.
- Wenn man nur den Benutzernamen als Salt einsetzt, läuft man Gefahr, dass ein Nutzer einen sehr kurzen Benutzernamen wählt, wodurch ein vergleichsweise schnelles Durchprobieren/ Brute-Forcen durch alle Salts möglich ist.
- Durch die XOR-Verknüpfung von Username und Zufallszahl hat man somit ein für jeden Nutzer garantierter einzigartiges Salt. Ein Angreifer kann dadurch eine Bruteforce Attacke nur für einen einzigen Nutzer auf einmal ausführen.

Geplant war außerdem, dass der Eingangsbereich des *salt*s von 2^{256} Werten erhöht wird. Dies ist theoretisch der Fall, jedoch ist die E-Mail-Adresse in der Regel nicht groß genug, um dieses Phänomen ausnutzen zu können.

Betrachten wir zum Beispiel den *bytestring* `e_mail = b"karl@googlemail.com"` und den zugehörigen Integerwert `x = int.from_bytes(e_mail, "big")` erhalten wir nach der Formel $f(x) = \lfloor \log_2 x \rfloor + 1$ einen Wert von 151 Bit. Da der Ausgangsbereich eines XOR immer der, des größeren Operanden ist, wächst er daher nicht an.

Im Zuge des Refactoring, wird hier nachgebessert. So wird der PBKDF2-HMAC Algorithmus mit dem aktuelleren Argon2 ersetzt. Außerdem lassen sich bessere Ergebnisse erzielen, indem man Salt und E-Mail-Adresse nicht mit einem XOR verknüpft. Stattdessen werden beide Werte als Strings aneinandergehängt³⁵. Dies hat den Vorteil, dass längere Salts entstehen. Die Chance einer Salt-Kollision sinkt damit je nach Passwortlänge weiter.

³⁵Es wurde zunächst eine kompliziertere Variante mit einer Reißverschlussverknüpfung beider Sequenzen und Zufallszahlen implementiert, jedoch wurde diese schnell wieder verworfen da der Code unverhältnismäßig komplex war.

Die Parametrierung des Argon2 erfolgt mithilfe der empfohlenen Parameter im zum Algorithmus gehörenden PDF³⁶, bzw. der Parametrierungshilfe. Demnach wurden die Parameter wie folgt festgelegt:

- Als Typ y wird Argon2i gewählt.
- Als maximale Speichermenge m in Kibibyte werden 1024KiB festgelegt.
- Als maximale Zeit x in Sekunden werden den vorgeschlagenen Parametern der zugehörigen Wikipedia-Seite³⁷ für Server-Authentifizierung folgend, 0.5s gewählt.
- Als Salt-Länge sind laut PDF 128 Bit ausreichend - da das Grund-Salt tendentiell durch die E-Mail Adresse noch einmal verlängert wird, wählen wir daher 128 Bit als Grundlänge.
- Als Schlüssellänge werden ebenfalls 128 Bit als ausreichend angegeben - wir wählen 256 Bit.
- Die Auswahl des Parallelisierungsgrades bzw. der maximalen Anzahl Threads h und der Anzahl an Iterationen t ist ohne Informationen über das endgültige Zielsystem schwer festzulegen. Da davon ausgegangen wird, dass das Zielsystem etwas langsamer als das Testsystem ist, wurde $h = 4$ gewählt und x auf 0.4s nachkorrigiert.
- Mit den gegebenen Parametern ergibt sich $t \approx 512$

10.2.2 Benutzer anmelden

Beim Anmeldevorgang wird grundsätzlich derselbe Vorgang wie beim Erzeugen eines Nutzers durchgeführt, nur dass hier aus der Datenbank abgefragt, anstatt gespeichert wird.

³⁶[UBDK17, 09.03.19 - 00:57 Uhr]

³⁷[Wik19b, 09.03.19 - 00:57 Uhr]

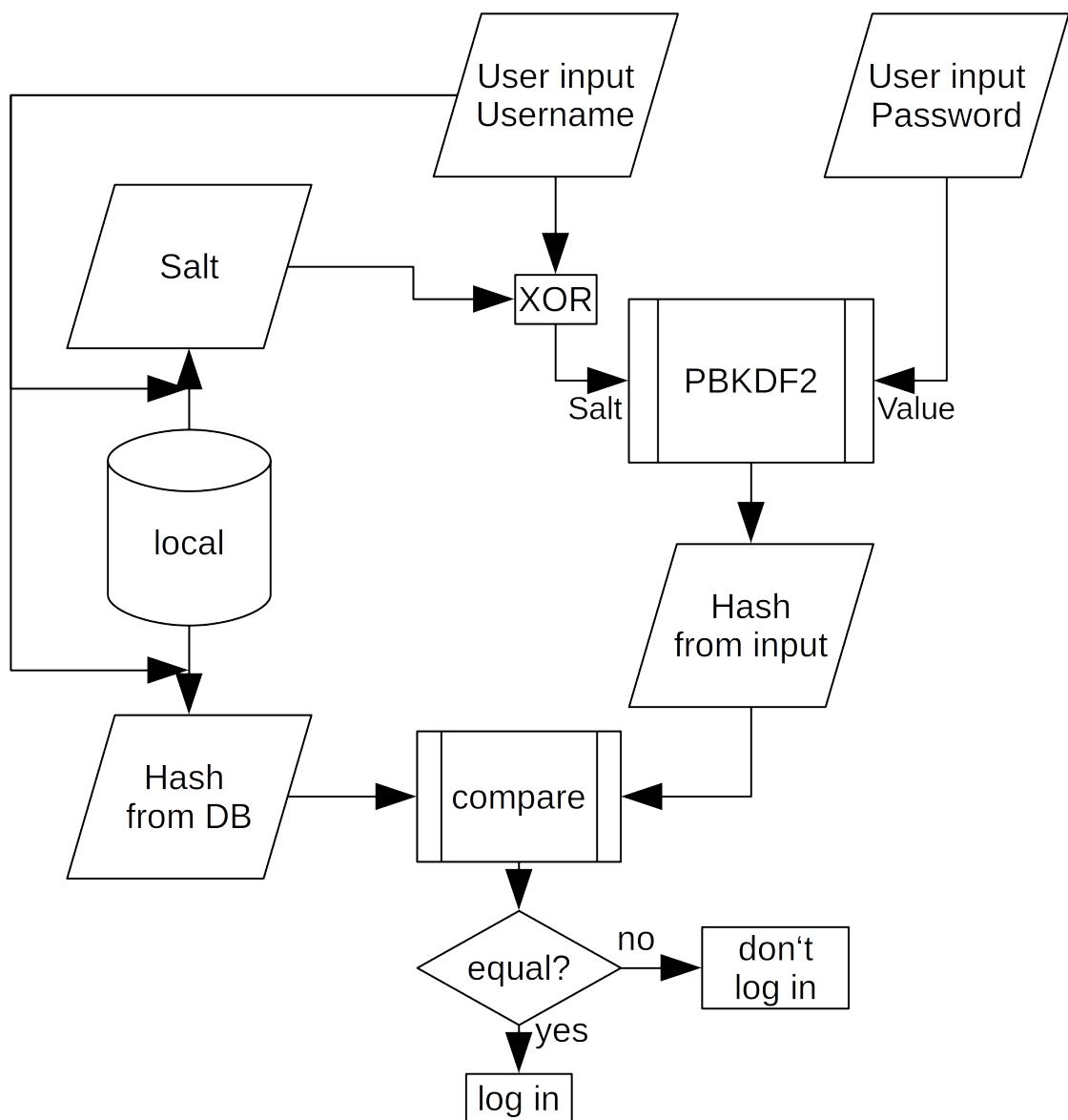


Abbildung 10.4: Anmelde-Vorgang

Der Nutzer gibt also wieder seine Daten ein. Anhand des Nutzernamens wird nun geprüft, ob ein solcher Nutzer in der Datenbank vorhanden ist - wenn ja, wird dieser ausgelesen. Nun wird mit dem ausgelesenen Salt analog zum Passwort-Speicher-Vorgang ein Hash erzeugt. Stimmt dieser Hash mit dem des Nutzers aus der Datenbank überein, wird der Benutzer eingeloggt.

10.2.3 Benutzer hat sein Passwort vergessen

Wenn man ein System errichtet, bei dem ein Nutzer sich ein Passwort merken muss, ist die Wahrscheinlichkeit groß, dass er dieses vergisst. Daher gibt es einen Prozess, um das Passwort eines Nutzers zurücksetzen zu können. Da die Anwendung grundsätzlich offline laufen können sollte (nicht zuletzt aus sicherheitstechnischen Aspekten), wurde hier nicht die Variante des Rücksetzens per E-Mail-Token gewählt - stattdessen gibt es einen (oder auch mehrere) Admin-User die dem Nutzer ein automatisch generiertes Passwort zuweisen können, sodass er sich anmelden und selbst ein neues eingeben kann. Dieser Prozess lässt sich wie folgt visualisieren:

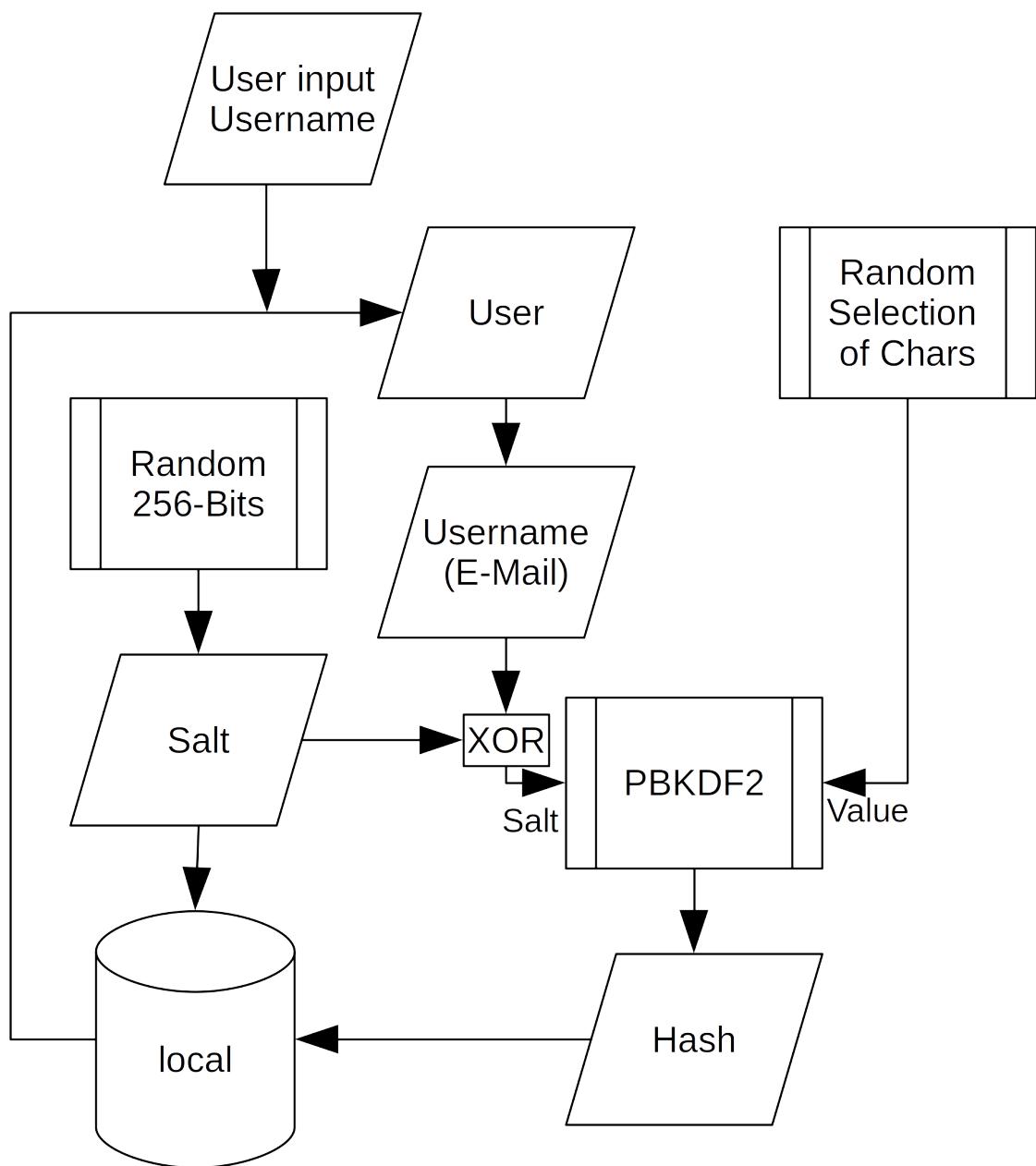


Abbildung 10.5: Rücksetzen eines Benutzerpassworts

Es wird also zunächst über eine Nutzereingabe der gewünschte User aus der Datenbank ausgelesen. Parallel dazu wird aus einer vordefinierten Zeichenfolge eine Auswahl von 15 Zeichen getroffen. Diese stellen das neue Passwort dar und werden in der UI angezeigt. Bei der Zeichenfolge, aus der das Passwort generiert wird, wird darauf geachtet, dass jedes Zeichen klar lesbar ist. So wurden "O", "0", "I" und "l" ausgenommen da diese nicht immer klar zu un-

terscheiden bzw. leicht zu verwechseln sind. Abseits davon besteht die Zeichenfolge aus dem ganzen Alphabet in Groß- und Kleinschreibung, den Ziffern und einigen Sonderzeichen - insgesamt stehen somit 77 Zeichen zur Verfügung. Es stellt sich die Frage, ob es klüger wäre, mehr Zeichen hinzuzufügen oder aber ein längeres Passwort zu wählen.

10.2.4 Mathematische Betrachtung der Passwort-Generation

Definiert man n als die Anzahl an verfügbaren Zeichen und k als Länge des Passwortes lässt sich die Anzahl an möglichen Passwörtern mit der Funktion

$$f(n, k) := n^k$$

darstellen. Möchte man nun wissen, ob es effizienter ist, weitere Zeichen hinzuzufügen oder das Passwort zu verlängern, kann man dies über eine Betrachtung der beiden partiellen Ableitungen

$$f_1(n, k) := \frac{\partial f}{\partial n} = k \cdot n^{k-1}$$

und

$$f_2(n, k) := \frac{\partial f}{\partial k} = \frac{\partial}{\partial k} e^{\ln(n^k)} = \frac{\partial}{\partial k} e^{k \cdot \ln(n)} = e^{k \cdot \ln(n)} \cdot \ln(n) = n^k \cdot \ln(n)$$

herausfinden. Diese beschreiben die Änderungsraten von $f(n, k)$ bei Änderung eines der beiden Parameter.

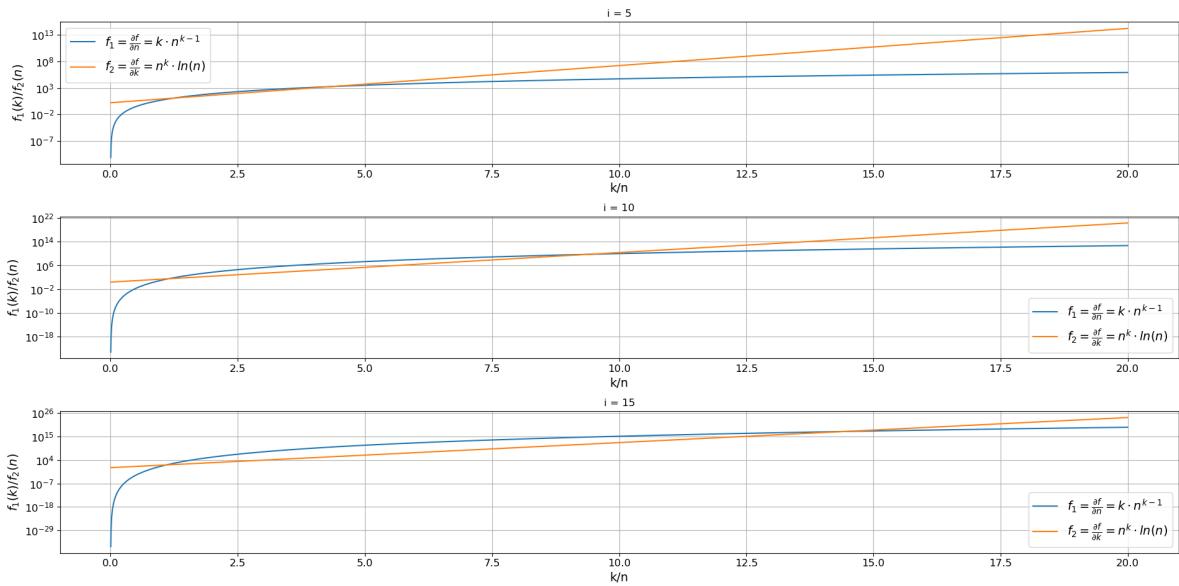


Abbildung 10.6: Vergleich von f_1 und f_2

Hier wurden die beiden Funktionen für die Werte 5, 10 und 15 für den Parameter, welcher statisch gehalten wird (k bei f_1 und n bei f_2 ; dargestellt durch i), und in einem Bereich von 0 bis 20 des dynamischen Parameters geplottet. Wie man sieht, gibt es sowohl Bereiche, in denen f_1 , wie auch welche, in denen f_2 effizienter (sprich größer) ist (siehe Schnittpunkte der Graphen). Daher sollte man eine allgemeinere Darstellung wählen. Verallgemeinert, sodass kein Parameter statisch gehalten wird, lässt sich die Funktion folgendermaßen darstellen:

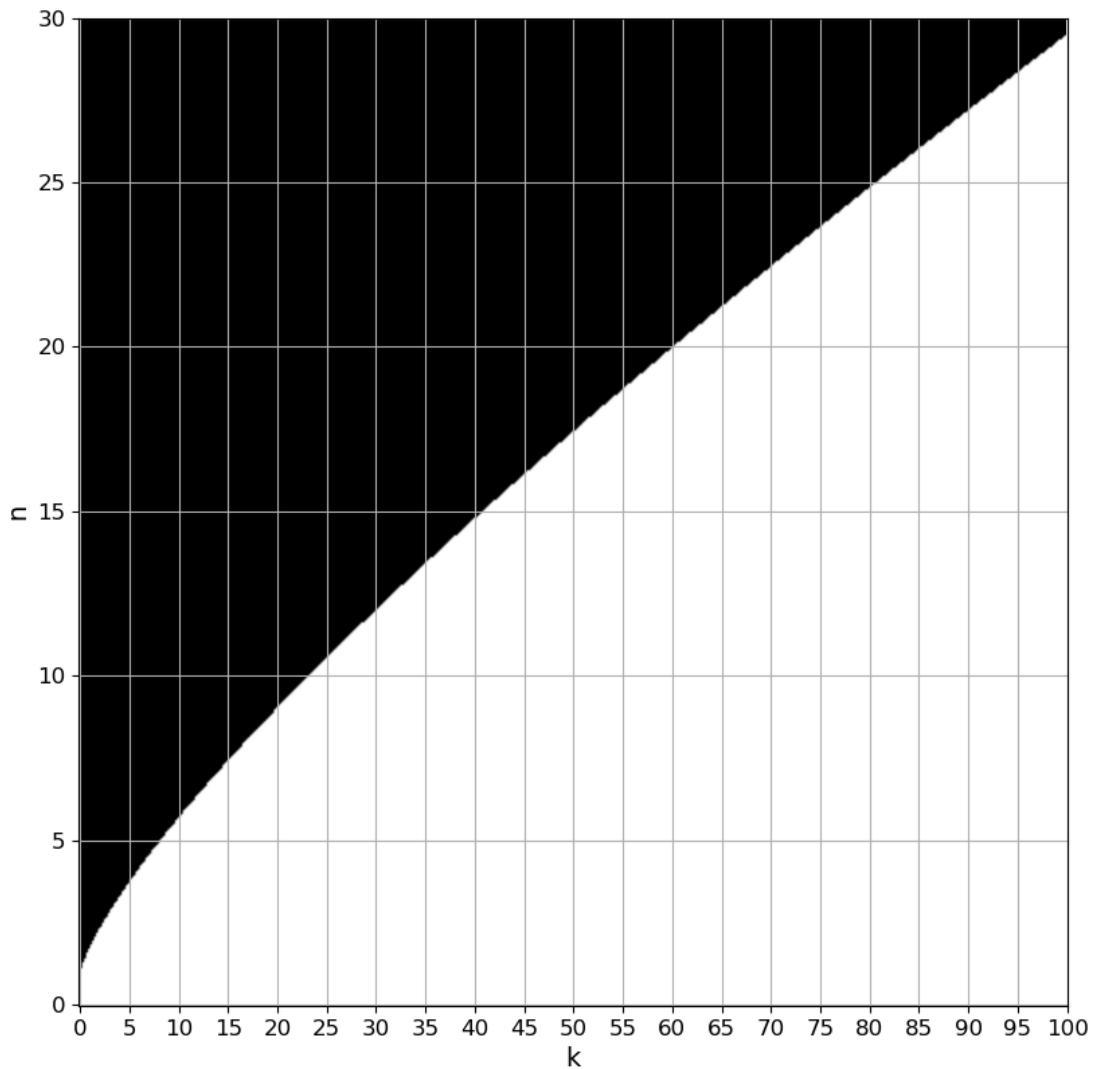


Abbildung 10.7: Heatmap aus f_1 und f_2

Wenn man eine neue Funktion $f_3(n, k)$ als

$$f_3(n, k) := f_1 - f_2 = \frac{\partial f}{\partial n} - \frac{\partial f}{\partial k} = k \cdot n^{k-1} - n^k \cdot \ln(n)$$

definiert, und bei dieser alle Werte > 0 in Schwarz, die anderen in Weiß darstellt, hat man eine Karte, die angibt, ob bei einer bestimmten Koordinate die Erhöhung von k oder n die effizientere

Wahl ist, um das generierte Passwort sicherer zu machen. Die Grenze zwischen den weißen und schwarzen Bereichen stellt die Nullstellen von f_3 dar. Setzt man also $f_3 = 0$ und löst dieses beispielsweise nach k auf ergibt sich

$$k \cdot n^{k-1} - n^k \cdot \ln(n) = 0$$

mit Subtraktion von $n^k \cdot \ln(n)$ folgt

$$n^k \cdot \ln(n) = k \cdot n^{k-1}$$

Division durch n^{k-1} liefert

$$\frac{n^k}{n^{k-1}} \cdot \ln(n) = k$$

$$n^{k-(k-1)} \cdot \ln(n) = k$$

$$k = n \cdot \ln(n)$$

Was letztendlich unser Ergebnis darstellt

$$k(n) = n \cdot \ln(n)$$

und ein einfacheres Überprüfen der Koordinaten zulässt.

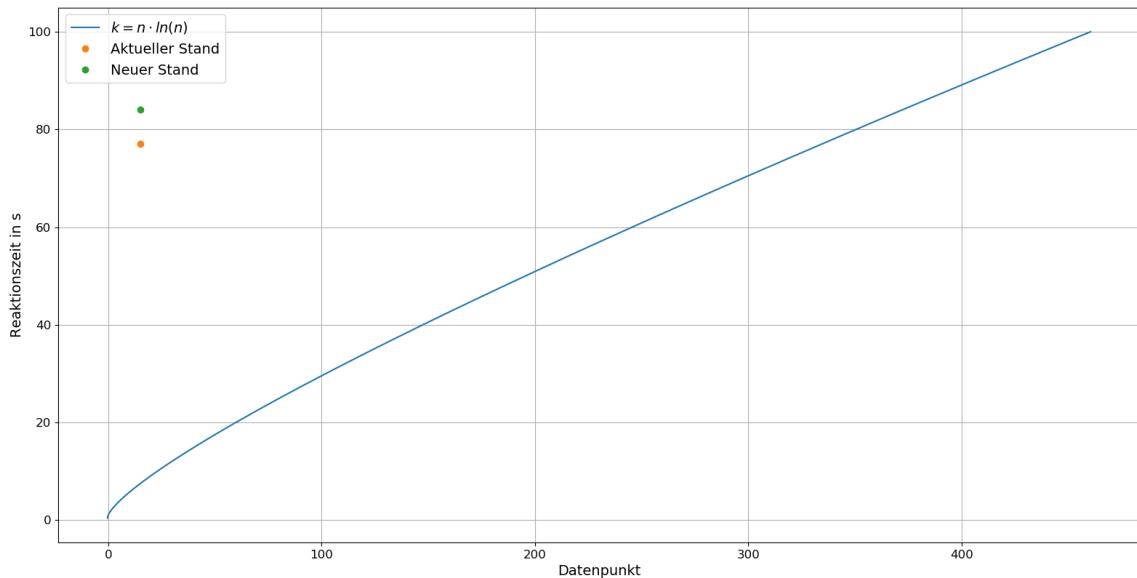


Abbildung 10.8: $k(n)$ aus f_3

Hier gilt, dass bei einem Punkt oberhalb der Kurve der Wert von f_3 positiv ist, wohingegen er unterhalb negativ ist. Daraus folgt, dass oberhalb der Kurve f_1 überwiegt, also die Rate der Änderung von k größer der von n ist.

Basierend auf diesen Daten bzw. Feststellungen wurde also der Zeichensatz um einige Zeichen erweitert. Es stehen nun 84 anstatt 77 Zeichen zur Verfügung, also 7 Zeichen mehr. Diese 7 Zeichen mehr geben bei gleicher Passwortlänge von 15 Zeichen $84^{15} - 77^{15} \approx 7,31 \cdot 10^{28} - 1.98 \cdot 10^{28} = 5.33 \cdot 10^{28}$ mehr Möglichkeiten. Oder anders ausgedrückt ist die Sicherheit des Passworts um den Faktor 3,69 erhöht worden.

Im Retrospekt ist zu erkennen, dass hierbei eine Funktion für die Schnittpunkte der beiden partiellen Ableitungen gebildet wurde.

10.2.5 Admin hat sein Passwort vergessen

Allerdings kann es auch vorkommen, dass ein Admin sein Passwort vergisst - auch für so einen Fall steht ein Prozess zur Verfügung.

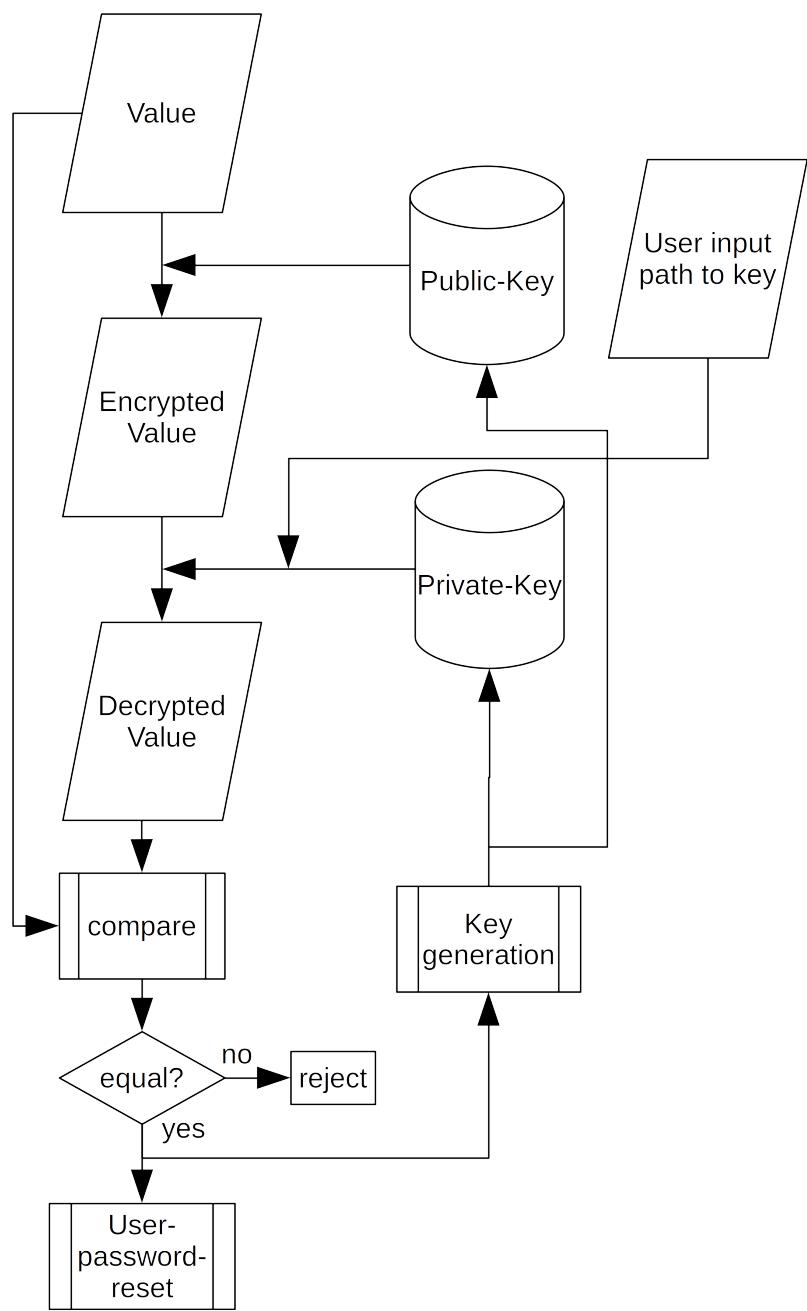


Abbildung 10.9: Verifizierung zum Rücksetzen eines Admin-Passworts

Wenn ein Admin sein Passwort zurücksetzen möchte, so erfordert dies eine weitere Sicherheitsstufe. Diese wird über eine asymmetrische Verschlüsselung mittels RSA, bzw. PKCS #1-OAEP realisiert. Das Verfahren läuft dabei wie folgt ab:

- Lokal ist ein Public-Key hinterlegt.
- Mit diesem wird ein arbiträrer Wert (In der Implementierung ist “True” gewählt) verschlüsselt.
- Anschließend wird probiert diesen Wert mit einem vom Nutzer gegebenen Schlüssel zu entschlüsseln.
- Ist dies erfolgreich, wird ein neues Schlüsselpaar erzeugt und sowohl Public- wie auch Private-Key überschrieben - dies hat zur Folge, dass jedes Schlüsselpaar nur einmal gültig ist - so können andere Admins kontrollieren, ob ein Admin kürzlich sein Passwort zurückgesetzt hat.
- Ab hier wird der normale Passwort-Rücksetz-Vorgang eines Users eingeleitet.

Es ist so vorgesehen, dass ein Admin (bzw. Superadmin - je nachdem, wer Zugang zum Private-Key erhält) den Schlüssel auf einem USB-Stick o.ä. ablegt und diesen im Bedarfsfall einsteckt.

10.3 Automatisches Abmelden

Bei einem zentralen System, das mehreren Nutzern zugänglich ist, ist es wünschenswert, wenn ein Nutzer automatisch abgemeldet wird, sobald er eine bestimmte Zeit untätig ist. Dies beugt Missbrauch vor. Hierzu wurde die Klasse *Timeout* geschrieben.

Timeout ermöglicht es, einen Thread zu öffnen, welcher im Hintergrund prüft, ob die eingesetzte Zeit bereits verstrichen ist. Da es mit dieser Funktionalität an sich nur ein Timer wäre, implementiert die Klasse weiterhin die Methode *reset*, um den internen Timer immer dann zurückzusetzen, wenn ein bestimmtes Event aufgetreten ist. Jede *Timeout*-Instanz erhält außerdem ein aufrufbares Objekt und beliebig viele positionelle bzw. Schlüsselwort-Argumente. Beim *timeout* wird diese Methode mit den übergebenen Argumenten ausgeführt und das Attribut *timed_out* auf *True* gesetzt. Bei den Argumenten ist zu beachten, dass *args* standardmäßig auf *None* gesetzt wird, zur Laufzeit des Konstruktors allerdings mit einer leeren Liste ersetzt wird, wenn dieser Standardwert vorhanden ist. Dies hat den Hintergrund, dass es generell eine schlechte Idee ist, eine leere Liste als Standardwert festzulegen. Standardwerte werden nämlich nicht beim Aufrufen einer Methode (oder Funktion oder Sonstigem), sondern sobald das zugehörige *def* ausgeführt wird, evaluiert. Bei immutablen Datentypen ist dies kein Problem, bei mutablen allerdings wird so stets dieselbe Instanz intern verwendet, was dazu führt, dass eine Änderung der Daten in einem Funktionsaufruf alle anderen mit beeinflusst. Des Weiteren ist hier der Vergleich auf *None* zu beachten. *None* ist in Python ein Singleton, das stets

mit *is* anstatt *mit ==* verglichen werden sollte. In einer späteren Revision wurde die Klasse dahingehend abgeändert, dass sie auch Keyword-Arguments unterstützt.

Die Funktion, die ausgeführt wird, ist eine sog. *Lambda Funktion/Lambda Expression*. Lambda Expressions sind anonyme Funktionen, die vorwiegend eingesetzt werden, wenn der Umfang einer Funktion zu gering ist um eine Funktionsdefinition mit *def* zu rechtfertigen oder die Funktionsdefinition *inline* geschehen soll. Die eingesetzte Funktion ist eine Funktion, welche ein *Signal* übergeben bekommt und dieses mit dem Parameter *True* emittiert. Dieses Signal ist ein Qt-Signal, welches soz. von einem *Slot* der UI abgefangen wird. Ein direkter Aufruf einer Methode der UI ist nicht möglich, da Qt nicht *threadsafe* aufgebaut ist. Das Prinzip der Slots und Signale wird im Abschnitt über PyQt näher erläutert.

Da die Klasse Timeout auf paralleler Programmierung basiert, sind hier einige Besonderheiten zu beachten. So wird auf *timer* sowohl von außerhalb, über *reset*, wie auch von innerhalb zugegriffen. Die Punkte, an denen diese Zugriffe stattfinden, bezeichnet man als *Critical Sections*, hier kann es zu sog. *Race Conditions* kommen³⁸. Dies ist der Fall, wenn ein Thread gerade auf die Variable zugreift (z.B. liest) und dann der andere Thread die Kontrolle erhält und die Variable überschreibt und führt dazu, dass der lesende Thread einen falschen Wert erhält. Um diesem Problem vorzubeugen, existiert die Klasse *Lock* des Moduls *threading*. Mithilfe dieser lassen sich Stellen, die nicht parallel verarbeitet werden dürfen, abriegeln (siehe Mutex). Dabei nimmt sich der Thread, welcher zuerst seine *Critical Section* erreicht, den *lock*, welcher als Kontext-Manager fungiert (intern werden die Methoden *lock.acquire* und *lock.release* aufgerufen) und führt den Code im *with*-Block aus. Der andere Thread kann hierbei weiterlaufen, bis er seine *Critical Section* erreicht, erst dann wird er blockiert, bis er selbst den *lock* akquirieren kann.

Zur Parallelisierung wurde ein Thread einem Prozess gegenüber bevorzugt, da der Overhead hier kleiner ist, es ist also weniger kostspielig einen neuen Thread zu öffnen. Außerdem ist der Datenaustausch zwischen Threads immens einfacher verglichen mit Prozessen. In unserem Fall können wir einfach Attribute der Klasse dafür benutzen; bei einem Prozess müsste hier auf Kommunikation mittels *sockets* oder *pipes*, Serialisierung mit *pickle* oder temporäre Dateien zurückgegriffen werden (alternativ gibt es auch im Modul *multiprocessing* eine Klasse für *Atomic-Message Queues*).

Abschließend ist als wichtiger Punkt zu nennen, dass es für simple Timer-Aufgaben die Klasse *Timer* im Modul *threading* gibt. Diese unterstützt jedoch weder Funktionsargumente noch das Zurücksetzen des Timers, er kann lediglich gänzlich abgebrochen werden. Außerdem bietet *threading* weitere Klassen, welche in der Implementierung von Timer hätten genutzt werden können. So hätte man das Zurücksetzen beispielsweise mit einer *Event*-Instanz lösen

³⁸[EK17, S. 565]

können. Da dies jedoch weder weiteren Nutzen noch bessere Performance bringt, wurde darauf verzichtet.

10.4 Die Klasse *PhoneNumber*

Beim Ablegen einer Nutzereingabe in einer Datenbank ist es ratsam, diese Eingabe in irgendeiner Art und Weise zu standardisieren, sodass bei einer anderen Eingabe, die jedoch dieselben Informationen enthält, erkannt wird, dass der Nutzer dasselbe meint. Bei einer E-Mail-Adresse oder einem Namen z.B. ist das eine sehr einfache Aufgabe, so kann man hier einfach die übergebene Zeichenkette komplett in Kleinbuchstaben umwandeln. Bei einer Telefonnummer hingegen ist diese Standardisierung eine nontriviale Aufgabe, da ein Nutzer eine Telefonnummer beispielsweise mit Länderkennzahl, Vorwahl, Durchwahl oder auch einfach nur als lokale Nummer eingeben könnte. Daher wird die Nutzereingabe intern umformatiert und eventuell fehlende Angaben (wie z.B. eine fehlende Länderkennzahl) extrapoliert, sodass jedesmal eine volle Nummer zur Verfügung steht. Sieht man sich die Norm DIN 5008 an, dann besteht eine vollständige Nummer aus Länderkennzahl (country-code), Vorwahl (area-code), Rufnummer (subscriber number) und Nebenstellennummer bzw. Durchwahl (extension)³⁹. Es gilt in der Nutzereingabe ein Muster zu erkennen, anhand dessen sich feststellen lässt, welche Teile der Nummer er angegeben hat und wie diese lauten. Hierbei handelt es sich um ein Paradebeispiel für Pattern-Recognition (dt. Mustererkennung) mittels *regular expression* (dt. regulärer Ausdruck, kurz *Regex*). Diese kann man in Python mit dem Modul *re* der Standardbibliothek nutzen. Zunächst wird also ein Muster entwickelt, dass die einzelnen Teile erkennt. Der Muster-String ist:

```
r"((\+\d{1,3})|(0)) ?([1-9]+) )?((\d+ ?)+)(-\d+)?"
```

Was zunächst wie eine Kette aus unzusammenhängenden Zeichen aussieht, symbolisiert alle syntaktischen Kombinationen, die ein Nutzer zur Eingabe wählen kann, um dem System zu erlauben, die Telefonnummer korrekt zu erkennen. Der Präfix *r* vor dem String gibt an, dass es sich um einen raw-String handelt - ein String ohne standard Escape-Sequenzen wie \n etc. also.

³⁹[Wik18, 22.12.18 - 18:02 Uhr]

Eine Regex ist über die runden Klammern in Gruppen unterteilt, die jeweils eine Aufgabe übernehmen. Zu Beginn werden also drei Gruppen eröffnet, diese sind mit der Reihenfolge ihrer öffnenden Klammer nach als erste, zweite und dritte Gruppe benannt. Gruppe 3 enthält damit das erste Unterpattern. Hierarchisch dargestellt ließe sich die Regex so aufbauen (Syntax in Anlehnung an XML):

Pattern

Gruppe_1

Gruppe_2

Gruppe_3

\+ steht für das Literal +

\d steht für eine beliebige Zahl zwischen 0 und 9

{1,3} steht dafür, dass der vorhergehende Ausdruck mindestens einmal und maximal 3 mal vorkommen darf

/Gruppe_3

| stellt ein ODER zwischen Gruppen oder Ausdrücken dar und erlaubt damit Alternativen

Gruppe_4

0 steht für das Literal 0

/Gruppe_4

/Gruppe_2

Leerzeichen steht für den String “ “, also ein einzelnes Leerzeichen

? steht dafür, dass der vorhergehende Teil entweder 0- oder 1-mal, jedoch nicht öfter vorkommt; mit den bisherigen Gruppen lässt sich also feststellen, ob eine Eingabe mit Länderkennzahl oder eine Vorwahl mit beginnender 0 gewählt wurde oder keine von beidem vorhanden ist. Es kann auch sein, dass eine Leerstelle zwischen Länderkennzahl/ führender Null und dem Rest der Nummer steht

Gruppe_5

[1-9] steht für eine beliebige Zahl zwischen 1 und 9

+ steht dafür, dass der vorhergehende Ausdruck mindestens einmal, möglicherweise jedoch beliebig oft vorkommt

/Gruppe_5

Leerzeichen steht für den String “ “, also ein einzelnes Leerzeichen

/Gruppe_1

- ? steht dafür, dass der vorhergehende Teil entweder 0- oder 1-mal, jedoch nicht öfter vorkommt; mit den bisherigen Gruppen lässt sich feststellen, ob eine Vorwahl angegeben wurde

Gruppe_6

Gruppe_7

- \d steht für eine beliebige Zahl zwischen 0 und 9
- + steht dafür, dass der vorhergehende Ausdruck mindestens einmal, möglicherweise jedoch beliebig oft vorkommt

Leerzeichen steht für den String " ", also ein einzelnes Leerzeichen

- ? steht dafür, dass der vorhergehende Teil entweder 0- oder 1-mal, jedoch nicht öfter vorkommt

/Gruppe_7

- + steht dafür, dass der vorhergehende Ausdruck mindestens einmal, möglicherweise jedoch beliebig oft vorkommt

/Gruppe_6 bisher lässt sich feststellen, ob eine Vorwahl gegeben wurde und ob eine Rufnummer vorhanden ist - die umschließende Gruppe 6 matched alle Gruppe 7 Iterationen

Gruppe_8

- steht für das Literal -

\d steht für eine beliebige Zahl zwischen 0 und 9

- + steht dafür, dass der vorhergehende Ausdruck mindestens einmal, möglicherweise jedoch beliebig oft vorkommt

/Gruppe_8

- ? steht dafür, dass der vorhergehende Teil entweder 0- oder 1-mal, jedoch nicht öfter vorkommt; Hiermit wird geprüft ob eine Durchwahl angegeben wurde

/Pattern

Mittels `re.compile`, mit gesetztem `re.DEBUG` Flag, lässt sich außerdem folgende, die Regex beschreibende Ausgabe erzeugen:

Algorithmus 12 Kompilierung und Debugausgabe der Regular Expression zur Telefonnummernerkennung

```
>>> import re
>>> pattern = re.compile(r"(((\+\d{1,3})|(0))\?([1-9]+)\?((\d+\?)|+)\?
(-\d+)?", re.DEBUG)
MAX_REPEAT 0 1
SUBPATTERN 1 0 0
SUBPATTERN 2 0 0
BRANCH
    SUBPATTERN 3 0 0
        LITERAL 43
        MAX_REPEAT 1 3
        IN
            CATEGORY CATEGORY_DIGIT
OR
    SUBPATTERN 4 0 0
        LITERAL 48
MAX_REPEAT 0 1
LITERAL 32
SUBPATTERN 5 0 0
MAX_REPEAT 1 MAXREPEAT
IN
    RANGE (49, 57)
LITERAL 32
SUBPATTERN 6 0 0
MAX_REPEAT 1 MAXREPEAT
SUBPATTERN 7 0 0
MAX_REPEAT 1 MAXREPEAT
IN
    CATEGORY CATEGORY_DIGIT
MAX_REPEAT 0 1
LITERAL 32
MAX_REPEAT 0 1
SUBPATTERN 8 0 0
LITERAL 45
MAX_REPEAT 1 MAXREPEAT
IN
    CATEGORY CATEGORY_DIGIT
```

Auf diese Ausgabe sei hier nicht näher eingegangen. Im Code selbst findet sich die Kompilierung nicht wieder. Sie ist nicht nötig, da die Funktionen von *re* so implementiert sind, dass sie die übergebenen patterns intern kompilieren und cachen. Wenn nicht sehr viele verschiedene patterns genutzt werden, kann daher auf dieses Cache zurückgegriffen werden. Dies hat den Vorteil, dass die Kompilierung nur stattfindet, wenn sie tatsächlich nötig ist und außerdem pro Session maximal einmal.

Dieses Pattern ist als Klassenvariable der Klasse TelephoneNumber hinterlegt. Wird nun TelephoneNumber instanziert, so wird über `re.search`⁴⁰ zunächst ermittelt, ob im übergebenen String - also der Nutzereingabe - eine Telefonnummer ist, die auf das Pattern passt. Sofern dies nicht der Fall ist, wird ein Fehler geworfen. Andernfalls werden die einzelnen Gruppen ausgewertet und als Attribute der Instanz hinterlegt. So ist der Ländercode beispielsweise durch Gruppe 2 vertreten. Es wird überprüft, ob Gruppe zwei ein + enthält, wenn dies der Fall ist, wird der `_whitespacekiller` aufgerufen, eine statische Methode die alle Zeichen, die keine Zahlen sind, aus der Kette entfernt (hier kommt eine weitere Regex zum Einsatz, diese ist jedoch so trivial, dass auf eine Erklärung verzichtet wird). Sofern kein + vorhanden ist, wird direkt 049 zurückgegeben, da davon ausgegangen werden kann, dass es sich in diesem Fall um eine deutsche Nummer handelt. Ähnlichen Verfahren folgend werden dann die Gruppen 5, 6 und 8 für Vorwahl, Rufnummer und Durchwahl ausgewertet.

Nach dieser grundsätzlich funktionellen Implementierung, wird die komplette Regex noch mit Hinblick auf bessere Les- und Wartbarkeit abgeändert. Die resultierende Regex sieht wie folgt aus:

```
r"(?P<prelude>(?P<country_code>(?:\+\d{1,3})|(?:0)) *(?P<area_code>(?:[1-9])+) )?(?P<subscriber_number>(?:d+ ?)+)(?P<extension>[-+]?\d+)?"
```

Die zu Grunde liegende Funktion bleibt die Gleiche, jedoch gibt es einige entscheidende Vorteile:

1. Untergruppen, die selbst nicht angesprochen werden müssen, werden mit `(?...)` unterdrückt (macht sich im Kompilat durch `Nones` an Subpatterns bemerkbar)
2. Einzelbestandteile/Gruppen werden mit `(?P<name>...)` benannt. Sollte zu einem späteren Zeitpunkt eine Änderung, die Gruppen hinzufügt oder entfernt erfolgen, so werden die einzelnen Teile weiterhin korrekt erkannt (z.B. war die Durchwahl in der ursprünglichen Regex unter Gruppe 8 zu finden). Python erlaubt die Abfrage von benannten Gruppen über dieselbe Schnittstelle (`group`-Methode einer Match-Instanz) - für benannte Gruppen wird einfach die Gruppenbezeichnung übergeben.

⁴⁰Alternativ könnte man hier `re.match` nutzen. Der Unterschied ist, dass `re.search` den gesamten String durchsucht, während `re.match` lediglich den Anfang betrachtet.[Pyt19, 01.03.19 - 19:32 Uhr]

Die Gruppen sind also:

prelude umfasst der Rufnummer vorgestellte Segmente

country_code umfasst Länderkennzahl

area_code umfasst Vorwahl

subscriber_number umfasst Rufnummer

extension umfasst Durchwahl

Des Weiteren implementiert die Klasse die Magic Methods `__str__` und `__format__`, welche ermöglichen, eine Instanz als String zu evaluieren. Hierbei wird die Telefonnummer als vollständige DIN 5008-konforme Nummer zurückgegeben. Über `__format__` ist es möglich, die Instanz direkt in f-Strings o.Ä. einzubinden und die bekannten FormatSpecifier für Strings zu nutzen.

Die Klasse besitzt außerdem eine von *Warning* abgeleitete Klasse, die sie emittiert, wenn sie keine Nummer finden kann.

Durch diese ausgefeilte Implementierung des Telefonnummernextrahierens kann der Nutzer seine Telefonnummer, wenn er denn möchte, auch in einem Satz verpacken o.ä., sie wird dennoch fehlerfrei erkannt.

11 PyQt5

[yk]

Bei PyQt5 handelt es sich um ein GUI-Toolkit und Framework für Python. Grundsätzlich handelt es sich um einen Wrapper des Qt (lies “cute”, oftmals jedoch auch Q-T (englisch)) Frameworks für C++. Was Qt und PyQt seine Attraktivität, auch im professionellen Bereich, verleiht, ist vor allem, dass eine Qt-Anwendung grundsätzlich Cross-Platform fähig ist und dabei auf allen Plattformen konsistent gut aussieht.

11.1 Signale und Slots

11.1.1 Signal

Im Gegensatz zu Kommandozeilen-Interfaces sind UI-Anwendungen immer ereignisgesteuert. Das heißt, der User drückt zum Beispiel einen Button, oder macht eine Eingabe in einem Textfeld und daraus entsteht dann ein bestimmtes Ereignis, z.B. „Button gedrückt“ oder „Text geändert“. Diese Ereignisse senden in PyQt sogenannte Signale, welche dann mit Slots verbunden werden müssen, um bei einem bestimmten Ereignis, eine bestimmte Funktion auszuführen.

Signale können auch mit mehreren Slots und ebenso können Slots mit mehreren Signalen verbunden werden. Dies kann von Vorteil sein, wenn zum Beispiel mehrere Buttons die selbe Funktion auslösen sollen. Signale können ebenfalls mit anderen Signalen verbunden werden, dies war in unserem Fall jedoch nicht nötig und wird hier nicht weiter behandelt.

11.1.2 Slot

Ein Slot wird aufgerufen, wenn das an ihn verbundene Signal ausgelöst wird. Slots stellen normale Funktionen dar mit dem einzigen Unterschied, dass Signale an sie gebunden werden können.

11.1.3 Signale und Slots

Im folgenden finden findet sich ein Beispiel, wie ein Signal mit einem Slot verbunden wird. Solche sogenannten Events enthalten folgende Informationen: Event-Quelle, Event-Objekt und Event-Ziel

Dies sieht dann wie folgt aus:

```
widget.signal.connect(slot)
```

ein Beispiel dafür wäre:

```
self.button.clicked.connect(button_click)
```

self.button ist die Event-Quelle

.clicked ist das Event-Objekt um das es hier geht

.connect sagt aus, dass beide Teile miteinander verbunden werden sollen (Man kann Signale auch wieder disconnecten)

button_click ist dann der Slot der bei diesem Event aufgerufen wird.

11.2 Darstellen der Verantwortlichkeiten als Baumstruktur

[sv]

Aufgrund von guter Übersichtlichkeit haben wir uns dazu entschlossen, die Verantwortlichkeiten als Baumstruktur darzustellen. PyQt5 stellt hierzu die Widgets QTreeView und QTreeWidget zur Verfügung, wobei QTreeView ein Model-View-Architektur- und QTreeWidget ein Item-basierendes Widget ist. Die MV-Architektur, die PyQt über einige, teils abstrakte Klassen bietet, ist dabei eine Variante der generell bekannten Model-View-Controller-Architektur, wobei der Controller mit dem View kombiniert wurde. Des Weiteren wurde in PyQt der Delegate hinzugefügt, der managt, wie Daten im View gerendert werden und wie geänderte Daten der UI im Model abgelegt werden.

Da im Fall von TUInventory nicht gewünscht ist, dass Daten direkt im Baum geändert werden können und die Darstellung der Daten nur an dieser Stelle erfolgt, musste aufgrund von Kosten-Nutzen-Aspekten vorerst die Item-basierte Variante des *QTreeWidget* vorgezogen werden. Das Befüllen dieses Widgets erfolgt in der Methode *set_tree* der Klasse *MainDialog*.

Zu Beginn wird hier über den bereits erläuterten Session-Context-Manager eine neue Datenbank-Session geöffnet, in der wir nun alle *Responsibilities* abfragen können. Über diese wird nun iteriert, wobei in jeder Iteration für Ort, Benutzer und Gerät jeweils zuerst ein *QTreeWidgetItem* erzeugt wird. Dieses wird zum Einfügen in den Baum benötigt. Nun wird nach einem Siebprinzip nacheinander ermittelt, ob sich der Ort, Benutzer und das Gerät bereits im Baum befinden. Hierbei wird zuerst überprüft, ob sich im Wurzelverzeichnis *root* des Baums die *Location* der aktuellen *Responsibility* befindet. Sofern dies nicht der Fall ist, wird die Location mit all ihren untergeordneten Elementen eingefügt. Falls sich die *Location* bereits als sog. *TopLevelItem* im Baum befindet, wird überprüft, ob sich unter dieser *Location* bereits der *User* der aktuellen *Responsibility* befindet. Sofern dies nicht der Fall ist, wird der *User* unter seiner *Location* eingesortiert und bekommt das aktuelle *Device* als Unterelement zugewiesen. Sollte der *User* be-

reits vorhanden sein, wird analog zur *Location* weiterverfahren. Dieser Prozess ist im folgenden Struktogramm dargestellt:

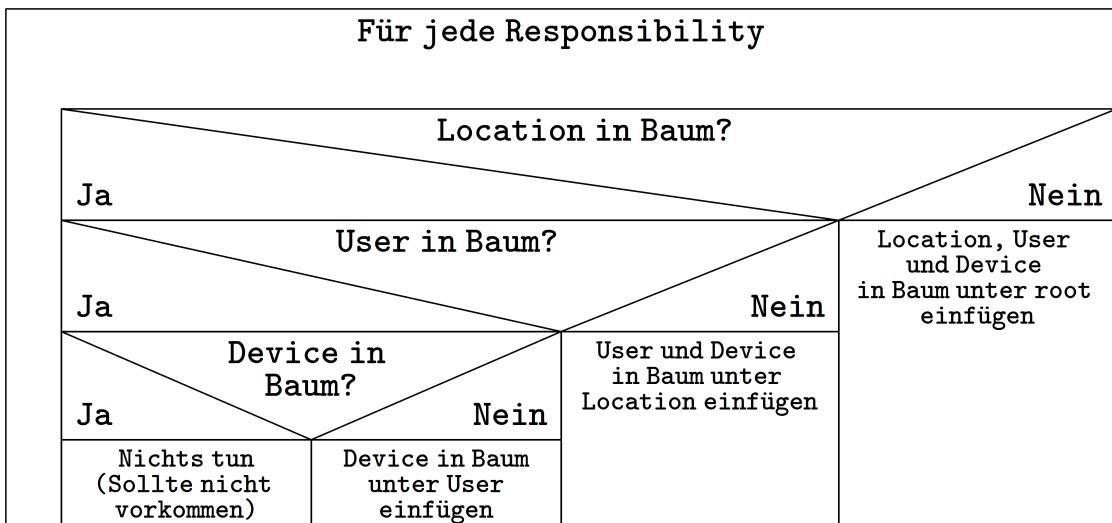


Abbildung 11.1: Struktogramm nach Nassi-Shneiderman zum Responsibility-Baum-Sieb

In diesem Teil des Programms werden oftmals Generator-Expressions und List-Comprehensions verwendet. Daher sei im Folgenden kurz erläutert, wann man sich für welche entscheidet.

Der folgende Programmausschnitt zeigt einen Ausschnitt der interaktiven Konsole.

Algorithmus 13 Gegenüberstellung Generator Expression und List Comprehension

```
>>> from sys import getsizeof
>>> a = [i for i in range(10)]
>>> b = (i for i in range(10))
>>> getsizeof(a)
192
>>> getsizeof(b)
88
>>> type(a)
<class 'list'>
>>> type(b)
<class 'generator'>
>>> a[0]
0
>>> b[0]
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: 'generator' object is not subscriptable
>>> sum(a)+sum(a)
90
>>> sum(b)+sum(b)
45
>>>
```

Zu Beginn wird hier die Funktion `getsizeof` des Moduls `sys` der Standardlibrary importiert, die es erlaubt, die Größe einer Instanz in Bytes zu ermitteln. Nun wird zunächst über eine List-Comprehension eine Liste mit den Zahlen 0 bis 9 definiert. Anschließend werden dieselben Zahlen mit einer Generator-Expression hinterlegt.

Vergleicht man hier die Größe der beiden Instanzen, wird klar, dass die Generator-Expression wesentlich kleiner ist. Führt man nun einen Typvergleich der Instanzen durch, sieht man, dass es sich bei `a` um eine Liste und bei `b` um einen Generator handelt. Damit lässt sich auch einfach der geringere Speicher-Footprint erklären: Bei einer List-Comprehension erfolgt die Auswertung sofort und somit liegt die ganze Liste im Speicher. Bei der Generator-Expression hingegen wird erst zum Zeitpunkt der Auswertung die Methode `__next__` der zugrundeliegenden Generatorinstanz aufgerufen, welche dann intern mittels `yield` den nächsten Wert ausgibt.

Jedoch kann man nicht immer Generatoren einsetzen, da diese einige entscheidende Nachteile haben. So ist es nicht möglich, mittels Index auf die Elemente eines Generators zuzugreifen. Außerdem ist ein Generator nach einer “Benutzung” “aufgebraucht”. Dies kann man sehen, wenn man zweimal die Summen unserer beiden Instanzen addiert. Für die List-Comprehension wird hier korrekterweise 90 ausgegeben ($\sum_{n=0}^9 n = 45$), für die Generator-Expression jedoch nur 45, da sie beim zweiten Aufruf 0 zurückgibt. Hierzu sollte noch gesagt werden, dass, wenn

man einen Generator nicht über eine Generator-Expression, sondern manuell als Klasse/Funktion implementiert, dies teilweise umgangen werden kann.

Mit diesem Wissen ist nun auch leicht erklärbar, wann welche der Strukturen eingesetzt wurde:

- Generator-Expression immer, wenn sichergestellt ist, dass über die Instanz nur einmal iteriert werden muss.
- List-Comprehension immer dann, wenn die Instanz mehrfach iteriert oder subscribed (dt. abonniert - also die [Index]-Notation) werden muss.

Im Zuge des Refactoring wird auch hier nachgebessert. Der Filtervorgang wird von „Pure Python“ zu SQL verlegt, wodurch wir uns höhere Performanz versprechen. Wie bei allen anderen Abfragen, werden auch hier die Abfragen nicht über SQL direkt, sondern über die Objektorientierte Query-API von SQLAlchemy durchgeführt. Da der Baum vom Nutzer direkt einsehbar ist und die Abfrage-Texte vom Nutzer beeinflusst werden können, wäre an dieser Stelle die Gefahr für SQL Injection mittels Interpolation der Namen in die Abfragebefehle groß.

Dem geänderten Arbeitsprinzip nach, werden zunächst alle *Locations* aus der Datenbank abgefragt; hier findet auch direkt eine alphabetische Sortierung statt. Nun wird für jede Location überprüft, ob es Responsibilities in der Datenbank gibt, über einen *join* (ORM-Methode für einen *Inner Join*) werden die dazugehörigen Nutzer abgefragt. Nachdem auch die Nutzer alphabetisch sortiert sind, wird über diese iteriert und über eine weitere Abfrage ermittelt, welche Geräte der aktuellen Location und dem aktuellen User zuzuordnen sind. Diese geänderte Version hat außerdem den Vorteil, dass weniger Interaktion mit PyQt nötig ist. Es werden lediglich die entsprechenden *Items* zu jeder Location, jedem User und jedem Gerät jeweils exakt 1 mal erstellt und an der korrekten Stelle in den Baum eingepflegt. Abfragen aus dem Baum entfallen vollständig.

11.3 Fazit

Es kann gesagt werden, dass PyQt (5) gegenüber anderen GUI-Paketen, wie z.B. tkinter aus der Python Standardbibliothek, klare Vorzüge hat. So ist der Code plattformunabhängig, die Bedienelemente sehen ansprechend aus und es ist einfach, auch größere Anwendungen noch gut zu strukturieren. Jedoch muss auch gesagt werden, dass PyQt5 teils nicht wirklich “pythonic” ist; so werden z.B. die Texte vieler Bedienelemente nicht über eine *property/Zuweisung* sondern über eine *setText*-Methode geändert. Da Qt eigentlich aus dem C++ Bereich kommt, ist dies verständlich, hätte im Wrapper jedoch eventuell geändert werden sollen.

12 Aufbau der UI

[yk]

Da TUIventory keine Consumer-Software darstellt, die sich auch bei den Anwendern gut verkaufen muss, wurde beim Aufbau der UI auf eine schlichte und übersichtliche Struktur gesetzt.

Die Software wird, außer beim initialen Geräteanlegen, selten länger als 5-10min am Stück verwendet. Gerade auch aus diesem Grund, sollte die Software möglichst selbsterklärend aufgebaut sein. Um hier trotzdem niemanden alleine zu lassen, werden alle Mitarbeiter, die diese Software später benutzen sollen, in der Bedienung unterwiesen. Zusätzlich wird auch eine kurze Bedienungsanleitung als PDF-Datei beigelegt. Alle diese Aufwendungen sollten jedoch kaum nötig sein, da das Programm ausschließlich von IT-Personal benutzt wird.

Die UI enthält ein Navigationsmenü auf der linken Seite, einen Home-Button/Logo an der oberen Seite und ein Login-Menü in der rechten oberen Ecke. Ebenfalls ist über der unteren Leiste eine Statusbar enthalten. Dies entspricht dem Standard-Layout, das User gewohnt sind.

Das Navigationsmenü lässt einen durch die unter 12.2 beschriebenen Menüpunkte switchen, beim Klicken auf den Home-Button wechselt die UI zum Übersichtsfenster.

12.1 Login-Menü

Beim Klicken auf den Login-Button öffnet sich ein neues Fenster, in dem man seine Anmelde-daten, also Email und Passwort, eingeben kann. Wurden diese Angaben alle richtig gemacht, so schließt sich das Fenster wieder und im Hauptfenster sieht man oben rechts nun den Namen des eingeloggten Users, sowie einen Button zum Ausloggen.

Da es durchaus vorkommen kann, dass selbst der Admin sein Passwort verliert, wurde die Möglichkeit eingebaut, auch dieses Zurückzusetzen. Wie dies funktioniert ist unter 10.2.5 zu finden. Aufrufen lässt sich diese Funktion im Login-Fenster mit Hilfe des Buttons „Passwort vergessen“.

12.2 Menüpunkte

12.2.1 Übersicht:

Hier befindet sich eine Liste aller vorhandener Geräte, geordnet nach Orten, an denen sich die Geräte befinden. Diese Orte stellen Drop-Down-Menüs dar, welche sich aufklappen lassen, dort sind nun alle ansässigen Personen mit ihren jeweiligen Geräten zu finden. Sollte sich ein

QR-Code auf dem Gerät abgelöst haben, so kann hier mit Hilfe des Buttons „QR-Code generieren“ ein neuer QR-Code für jedes beliebige Gerät generiert werden. Hierfür muss vorher das entsprechende Gerät in der Übersicht ausgewählt werden. Der generierte Code wird, unter dem in den Einstellungen (12.2.5) festgelegten Pfad, abgelegt. Dies geschieht als SVG-Datei, kann jedoch bei Bedarf auch als zum Beispiel einer PNG- oder JPEG-Datei geschehen.

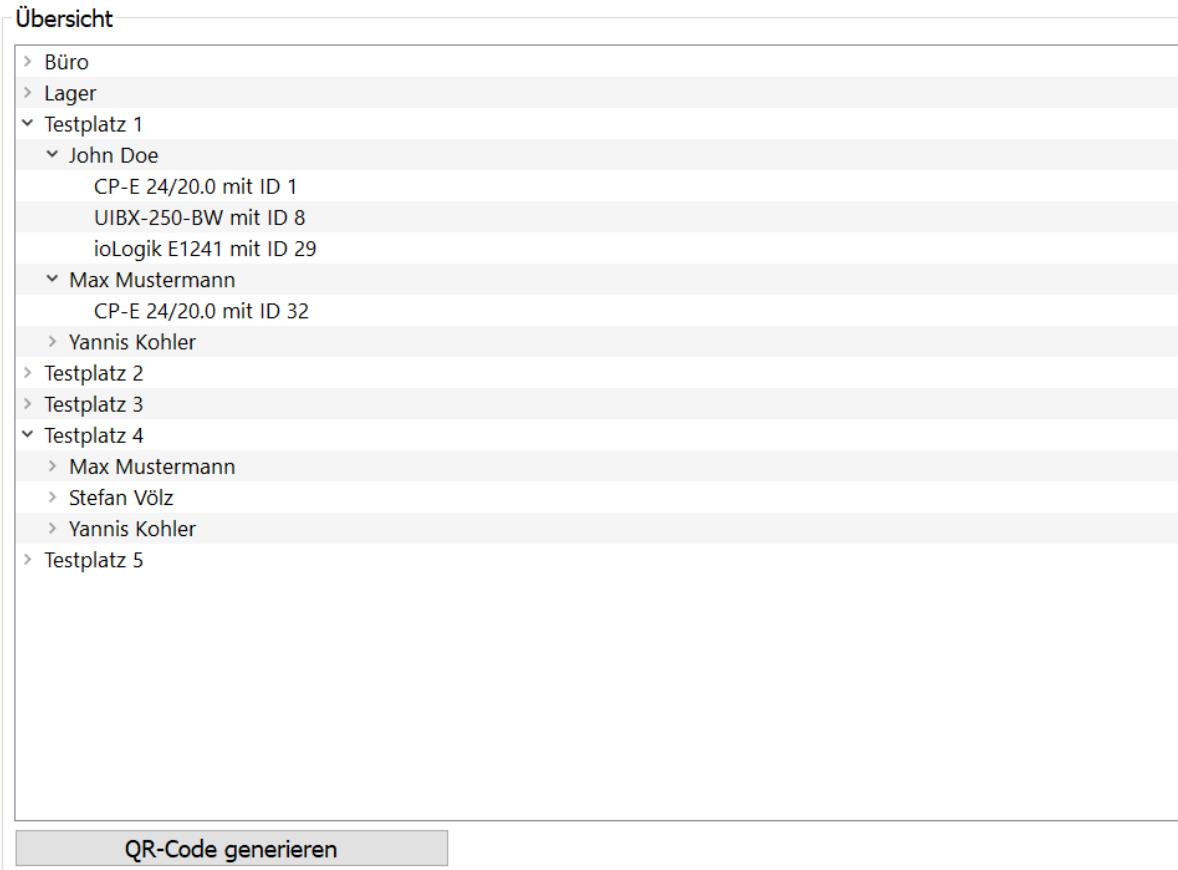


Abbildung 12.1: TUIInventory Übersicht

12.2.2 Kamera:

Unter diesem Unterpunkt kann der vorher angebrachte QR-Code des Geräts eingescannt werden. Unterhalb des Kamerabilds werden nun alle wichtigen Informationen angezeigt. Hier lässt sich ebenso der Ort ändern oder man kann es einer anderen Person zuweisen.

Sollte ein Gerät fest installiert sein, das heißt man kann es nicht in die Kamera halten, so kann der Code auch mit einem Handy abfotografiert werden und dieses Bild abgescannt werden.

12.2.3 Geräteverwaltung:

Hier sind drei Unterpunkte zu finden:

The screenshot shows a user interface for managing devices. At the top, there are three tabs: Gerät, Artikel, and Hersteller. The "Gerät" tab is selected. Below the tabs, a message says: "Hier können Sie neue Geräte anlegen." and "Wichtig: Sie müssen erst einen Artikel angelegt haben!". There are four dropdown menus: "Hersteller" (Manufacturer) set to "Abb", "Gerät" (Device) set to "CP-E 24/20.0", "Ort" (Location) set to "Büro", and "Verantwortlicher" (Responsible) set to "2 Max Mustermann". A note at the bottom left says: "Beim Anlegen des Geräts wird gleichzeitig ein QR-Code erzeugt. Bitte wählen Sie einen passenden Speicherort aus." Below this, there is a "Pfad:" (Path:) field containing "C:/Users/User1/Documents/GitHub/TUInventory/QrCodes" with a folder icon next to it. At the bottom, there is a "Speichern" (Save) button.

Abbildung 12.2: TUInventory Geräteverwaltung

- Gerät:

Auf dieser Seite lassen sich neue Geräte inklusive Verantwortlichen und Ort anlegen. Beim Speichern wird automatisch ein QR-Code für das neue Gerät erzeugt und unter dem vorher ausgewählten Pfad abgelegt. Hierfür muss jedoch erst ein Artikel angelegt werden.

- Artikel:

Hier können Artikel erstellt werden. Es sollte ein eindeutig erkennbarer Name gewählt werden. Hierfür muss jedoch erst ein Hersteller angelegt werden.

- Hersteller:

Hier können Hersteller angelegt werden.

Ein einfacher „Speichern“-Button auf allen drei Seiten überprüft die Eingaben auf Vollständigkeit. Sollte dies gegeben sein, so wird das jeweilige Objekt erstellt und in die Datenbank abgespeichert.

12.2.4 Benutzerverwaltung:

Je nach Login-Status des Users gibt es hier unterschiedliche Funktionen:

- Kein User eingeloggt

Neue Benutzer können hier angelegt werden, solange man nicht eingeloggt ist. Die eingegebene Emailadresse wird später beim Einloggen als Benutzername verwendet.

- Nutzer eingeloggt

Sobald man eingeloggt ist, kann man hier seine angegebenen Daten auch wieder ändern. Hierfür sind die Felder dann bereits mit den entsprechenden Angaben vorausgefüllt.

- Admin eingeloggt

Sollten Sie als Admin eingeloggt sein, so lassen sich auch die Daten anderen Nutzer ändern oder diese ebenfalls zum Admin befördern. Die zu ändernde Person lässt sich über ein Drop-Down-Menü auswählen. Als Admin lässt sich hier ebenfalls ein neues Passwort für andere Nutzer generieren, sollte diese ihres vergessen haben.

Hierzu sei gesagt, dass nur Daten angegeben werden müssen, die innerhalb einer Firma sowieso öffentlich zugänglich sind, wie Name, Email und Telefonnummer. Beim Ändern werden ebenfalls nur diese Daten angezeigt, die Passwörter bleiben verschlüsselt und werden nicht sichtbar.

12.2.5 Einstellungen:

Auf dieser Seite können die Standardeinstellungen geändert werden.

Kamera spiegeln: Ja Nein

Time Out Delay: Minuten

QR-Code Ablage: 

Abbildung 12.3: TUInventory Einstellungen

- Kamera spiegeln:

Beim Code einscannen ist es für die meisten User einfacher, wenn das Kamerabild gespiegelt wird, da sich so das Bild in die selbe Richtung wie auch das zu einscannende Bauteil bewegt. Sollte dies nicht gewünscht sein, so kann dies hier abgestellt werden.

- Time Out Delay:

Hier lässt sich einstellen, nach wie viel Minuten ohne aktive Nutzerinteraktion der User automatisch ausgeloggt wird. Aus Sicherheitsgründen kann hier minimal ein Wert von 2 Minuten eingestellt werden. Wird ein User nach Ablauf dieser Zeit ausgeloggt, so öffnet sich ein neues Fenster mit dem Grund für das Ausloggen, sodass der User weiß, warum er ausgeloggt wurde.

- QR-Code Ablage:

Die generierten QR-Codes werden unter diesem Pfad angelegt. Der Pfad kann auch händisch geändert werden, beim Abspeichern der Einstellungen wird dieser, je nach Betriebssystem, auf die richtige Schreibweise überprüft.

12.3 Statusbar

Da es bei einer Software mit Benutzeroberfläche dem Benutzer immer wieder, unterschiedliche Informationen übermittelt werden müssen entschieden wir uns eine Statusbar einzufügen. Hier werden Nachrichten angezeigt, wie zum Beispiel beim Erkennen eines Barcodes in der Kamera „Barcode erkannt“. Die meisten Meldungen sind jedoch sozusagen Fehlermeldungen, z.B. wenn ein User beim Einloggen ein falsches Passwort eingibt, oder beim Benutzer anlegen nicht alle Felder ausgefüllt werden. Um bereits auf den ersten Blick klar zu machen, ob diese Meldung jetzt gut oder schlecht ist, wurden die unterschiedlichen Meldungen in unterschiedlichen Farben ausgeführt. Fehlermeldungen werden immer in rot angezeigt, einfache Information in grün.

Werden gerade keine Meldungen in der Statusbar angezeigt, so fällt ihr Vorhandensein nicht auf, da der Hintergrund transparent gehalten wurde. Durch die farbige Schrift fallen Meldungen trotzdem sofort auf.



Abbildung 12.4: Statusbar TUIInventory

13 Optimierung und Testing

[sv]

Nachdem das Backend vollständig implementiert und größtenteils verknüpft ist, wird nach potentiellen Optimierungsstellen gesucht. Hierzu wird das Modul *cProfile* eingesetzt.

13.1 mouseMoveEvent

Beim Betrachten der Zeiten und Aufrufhäufigkeiten nach einer „Session“ des Programms kann man z.B. sehen, dass sehr häufig das *mouseMoveEvent* des Hauptfensters aufgerufen wird. Diese Aufrufhäufigkeit lässt sich nicht optimieren⁴¹, da das Event genutzt wird, um zu überprüfen, ob der Nutzer noch aktiv ist oder eventuell ausgeloggt werden sollte. Der Code, der

⁴¹Außer durch ein anderes Event, wie z.B. Überprüfung, ob der Nutzer noch aktiv die UI bedient und Elemente anklickt

dies übernimmt, ist sehr klein und nimmt auch nach einer mehrminütigen Session nur einige Millisekunden in Anspruch, dennoch wird hier eine Optimierung angestrebt.

Algorithmus 14 Ursprünglicher Timeout reset

```
def mouseMoveEvent(self, QMouseEvent):
    if "timeout" in self.__dict__:
        self.timeout.reset()

""" ca. 100 Elemente
{'b_home_1': <PyQt5.QtWidgets.QCommandLinkButton object at 0x7f48a0c9da68>,
 'b_search_places': <PyQt5.QtWidgets.QPushButton object at 0x7f4898283798>,
 [...]
 'ui': <__main__.MainDialog object at 0x7f48a17f3948>,
 'videoFeed': <PyQt5.QtWidgets.QLabel object at 0x7f4898283948>}
"""


```

Es wird zu jedem *mouseMoveEvent* überprüft, ob aktuell ein Timer aktiv ist. Wenn dies der Fall ist, wird er zurückgesetzt. Diese Überprüfung ist notwendig, da andernfalls eine Exception geworfen wird, wenn die Klasse aktuell keine Instanz besitzt, die über die Methode *reset* verfügt. Außerdem ist ein Beispiel des Dictionaries einer *MainDialog-Instanz* abgebildet, wie es zum Zeitpunkt eines *mouseMoveEvents* aussehen könnte. Wie zu sehen ist, ist dieses Dictionary nicht unbedeutend klein (ca. 100 Elemente) was jedoch kein Problem darstellt, da ein Dictionary-Lookup i.d.R. eine Zeitkomplexität von O(1) (im worst case O(n), bei vielen Hash-Kollisionen etc.) besitzt. Dennoch gibt es hier eventuell eine effizientere Variante: die Funktion *hasattr*.

Algorithmus 15 Alternativer Timeout reset

```
def mouseMoveEvent(self, QMouseEvent):
    if hasattr(self, "timeout"):
        self.timeout.reset()
```

Ein Blick in den Python Sourcecode zeigt, dass diese in C implementiert ist⁴², was einen Geschwindigkeitsschub in Aussicht stellt. Dies wird jedoch dadurch relativiert, dass auch Dictionaries in C implementiert sind⁴³.

Daher wird ein statistischer Versuch herangezogen, um zu sehen, ob eine Variante schneller ist als die andere:

⁴²<https://github.com/python/cpython/blob/master/Python/bltinmodule.c>

⁴³<https://github.com/python/cpython/blob/master/Objects/dictobject.c>

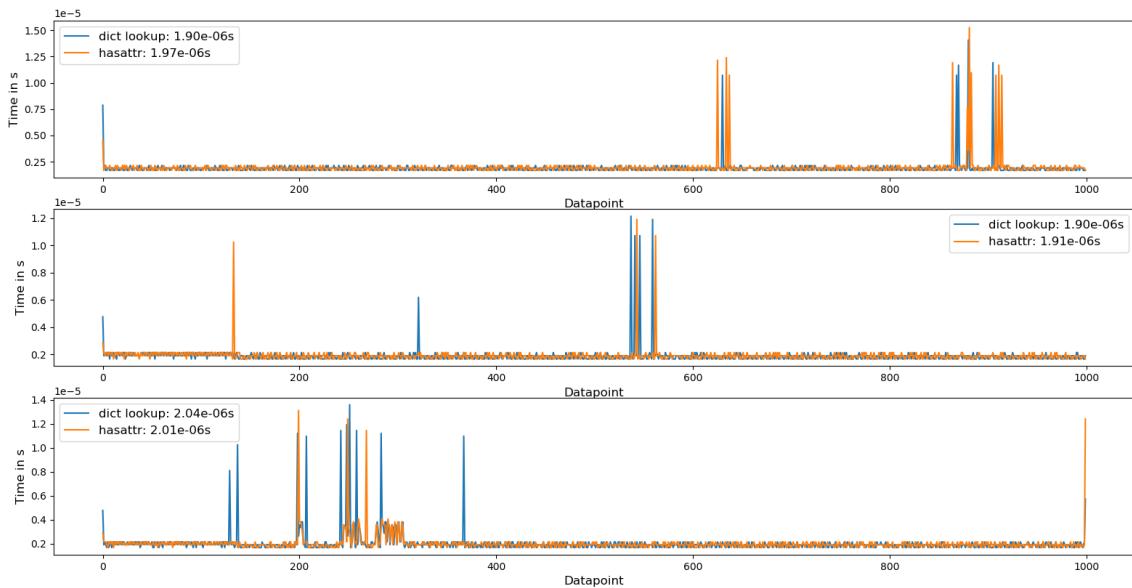


Abbildung 13.1: Vergleich von dict lookup und hasattr

Da hier zu sehen ist, dass beide Varianten praktisch gleich schnell sind⁴⁴, könnte man hier bereits eine Entscheidung treffen, es wird jedoch noch das letzte Werkzeug herangezogen, um die Varianten zu vergleichen: Bytecode

Wie eingangs erwähnt wurde, ist Bytecode das Zwischenkomplilitat, welches tatsächlich vom Interpreter verwertet wird. Zugriff auf den Bytecode bekommt man entweder über das `__pycache__` oder den `__code__` Member.

Das Modul `dis` erlaubt es, diesen Bytecode in menschenlesbarer Form darzustellen.

⁴⁴In Legende der Legende ist der jeweilige Durchschnitt der Versuchsreihe aufgeführt

Algorithmus 16 Bytecode zu *dict-lookup* und *hasattr* erzeugen

```
1 import dis
2
3
4 class B():
5     def __init__(self):
6         self.status = False
7
8     def reset(self):
9         self.status = True
10
11
12 class A():
13     def __init__(self):
14         self.timeout = B()
15         for i in range(100):
16             setattr(self, f"{i}", i)
17
18     def dict_lookup_(self):
19         if "timeout" in self.__dict__:
20             self.timeout.reset()
21
22     def hasattr_(self):
23         if hasattr(self, "timeout"):
24             self.timeout.reset()
25
26
27 a = A()
28
29
30 def hasattr_():
31     if hasattr(a, "timeout"):
32         a.timeout.reset()
33
34
35 def dict_lookup_():
36     if "timeout" in a.__dict__:
37         a.timeout.reset()
38
39
40 print(f"{'hasattr':->50}")
41 print(dis.dis(hasattr_))
42 print("\n")
43 print(f"{'dict-lookup':->50}")
44 print(dis.dis(dict_lookup_))
```

Algorithmus 17 Bytecode zu beiden Varianten

```
-----hasattr-----  
29      0 LOAD_GLOBAL               0 (hasattr)  
       2 LOAD_GLOBAL               1 (a)  
       4 LOAD_CONST                1 ('timeout')  
       6 CALL_FUNCTION             2  
       8 POP_JUMP_IF_FALSE        20  
  
30      10 LOAD_GLOBAL              1 (a)  
     12 LOAD_ATTR                 2 (timeout)  
     14 LOAD_ATTR                 3 (reset)  
     16 CALL_FUNCTION             0  
     18 POP_TOP  
>> 20 LOAD_CONST               0 (None)  
22 RETURN_VALUE  
None  
  
-----dict-lookup-----  
34      0 LOAD_CONST               1 ('timeout')  
       2 LOAD_GLOBAL              0 (a)  
       4 LOAD_ATTR                 1 (__dict__)  
       6 COMPARE_OP               6 (in)  
       8 POP_JUMP_IF_FALSE        20  
  
35      10 LOAD_GLOBAL              0 (a)  
     12 LOAD_ATTR                 2 (timeout)  
     14 LOAD_ATTR                 3 (reset)  
     16 CALL_FUNCTION             0  
     18 POP_TOP  
>> 20 LOAD_CONST               0 (None)  
22 RETURN_VALUE  
None
```

Bytecode liest sich wie folgt (Spalten von links nach rechts aufsteigend nummeriert)⁴⁵:

1. Zeilennummer des Quellcodes
2. Hier nicht vorhanden (Aktuelle Anweisung beim schrittweisen Ausführen)
3. Mögliches Sprungziel markiert mit >>
4. Adresse der Anweisung
5. Anweisungsname

⁴⁵[Pyt18, 24.12.18 - 20:27 Uhr]

6. Anweisungsparameter

7. Interpretation der Parameter in Klammern

Um den Sprung in beiden Varianten direkt zu Anfang zu erklären: Wenn das *if* als *False* evaluiert, gibt die Funktion ein *None* zurück.

Ebenso können vorab die Zeilen 30 und 35 erklärt und gleichzeitig eine Einführung in Bytecode gegeben werden⁴⁶, da sie bei beiden gleich sind:

- Es wird zuerst die Globale *a* auf den *Evaluation-Stack* (im Folgenden E-Stack) geladen.
- Anschließend wird das TOS (Top of Stack)-Element, also *a*, mit der Anweisung *getattr* (*TOS, co_names[namei]*) -> *getattr (a, co_names[timeout])* ersetzt.
- Dasselbe geschieht nun mit *reset*.
- Nun liegt *reset* oben auf dem E-Stack und wird mit 0 positionellen Argumenten aufgerufen, der Rückgabewert wird auf den E-Stack gepusht.
- Die folgende Anweisung gibt an, dass der Rückgabewert nicht weiter verwertet und somit verworfen wird.
- Die letzten beiden Zeilen sind die bereits erklärten Anweisungen des impliziten Funktionsreturn.

Die Abfolge für *hasattr* ist wie folgt (Alle Ladeanweisungen erfolgen auf den E-Stack):

- Laden der Globalen *hasattr*
- Laden der Globalen *a*
- Laden der Konstante '*timeout*'
- Aufruf einer Funktion mit zwei positionellen Argumenten, dies ist der Aufruf von *hasattr* mit *a* und '*timeout*'
- Hier folgt der Sprung, falls das TOS-Element *False* ist.

Wohingegen die Abfolge für den *dict-lookup* ist:

- Laden der Konstante '*timeout*'

⁴⁶Einige Aspekte sind hier zum besseren Verständnis vereinfacht dargestellt (z.B. werden eigentlich *frame*-Objekte auf die Stacks gelegt)

- Laden Globale *a*
- Laden des Attributs `__dict__` von *a*
- Vergleichsoperation *in* auf `__dict__` und `'timeout'`
- Hier folgt der Sprung falls das TOS-Element *False* ist.

Der Unterschied besteht also darin, dass eimal eine Globale mehr geladen wird (globale Lookups können kostspielige Operationen sein) und ein Funktionsaufruf (generell auch eher kostspielig) stattfindet, wohingegen beim Anderen mal ein Attribut abgerufen wird und eine Vergleichsoperation stattfindet. Sieht man sich die Implementierung des Interpreters an⁴⁷, sieht man, dass beide Varianten mittels Branch-Prediction optimiert werden. In diesem konkreten Fall wird auch durch den Bytecode nicht klar, dass eine Variante generell schneller ist als eine andere (was durch die Messung unterstützt wird).

Schließlich kann hier keine Optimierung erfolgen, dennoch wird der Code dahingehend abgeändert, dass er `hasattr` einsetzt, da dies die leichter zu lesende und somit schlicht bessere Variante ist.

13.2 ContextSession Cache Refresh

In der Magic Method `__exit__` der ContextSession Klasse, ist es erforderlich, auf jedes Objekt einer Liste eine Funktion anzuwenden. Klassischerweise würde man hier auf eine `for` Schleife zurückgreifen, doch Python bietet noch andere Lösungsmöglichkeiten. Grundsätzlich sagt man in Python, dass List Comprehensions oftmals schneller als `for`-Schleifen sind, da sie auf optimierte Bytecode Operationen zurückgreifen können. Jedoch bezieht sich das stets auf Anwendungen, in denen eine neue Liste erzeugt wird. Eine Anwendung wie unsere, bei der lediglich die Seiteneffekte der Schleife gewünscht sind, und keine neue Liste benötigt wird, wie eine List Comprehension sie erzeugt, sind jedoch nichts, was man in Python häufig antrifft, bzw. was i.d.R. mit einer Comprehension gelöst wird. Des Weiteren gibt es noch die Funktion `map`, welche ebenfalls auf jedes Element eines iterierbaren Objektes eine Funktion anwendet. Auch hier wurde ein Vergleich über eine einfache Grundfunktion nach dem bereits bekannten Verfahren durchgeführt. Die interessanten Funktionen sind *f_1*, *f_2* und *f_3*.

⁴⁷<https://github.com/python/cpython/blob/master/Python/ceval.c>, 24.12.18 - 21:14 Uhr

Algorithmus 18 Analysecode zum Laufzeitvergleich verschiedener Iterationsmöglichkeiten

```
from statistics import median
from string import ascii_letters
import tempfile
from time import time

import matplotlib.pyplot as plt

with tempfile.TemporaryFile("w+") as out:
    def printer(a):
        print(a, file=out)

    def f_1(a):
        for b in a:
            printer(b)

    def f_2(a):
        [printer(b) for b in a]

    def f_3(a):
        map(printer, a)

    ...
```

Im Beispiel wird hier für jedes Element einer Liste (die Liste beinhaltet alle ASCII Buchstaben) eine Funktion aufgerufen, die dieses Element printed. Dabei erfolgt das Printen jedoch nicht auf den Standardausgabestream *stdout*, den *print* regulär nutzt, sondern in eine temporäre Datei. Führt man diesen Code aus, ergibt sich folgende Ausgabe:

Algorithmus 19 Ausschnitt der Konsolenausgabe

```
Dataset #0
For loop           : 2.9039e-04s
List Comprehension: 2.9087e-04s
Map                : 1.4305e-06s
Fastest was: Map

Dataset #1
For loop           : 2.8825e-04s
List Comprehension: 2.8872e-04s
Map                : 1.1921e-06s
Fastest was: Map

Dataset #2
For loop           : 2.8992e-04s
List Comprehension: 2.8872e-04s
Map                : 1.1921e-06s
Fastest was: Map

Dataset #3
For loop           : 2.8801e-04s
List Comprehension: 2.8777e-04s
Map                : 1.1921e-06s
Fastest was: Map

Dataset #4
For loop           : 2.8849e-04s
List Comprehension: 2.8801e-04s
Map                : 1.1921e-06s
Fastest was: Map
```

...

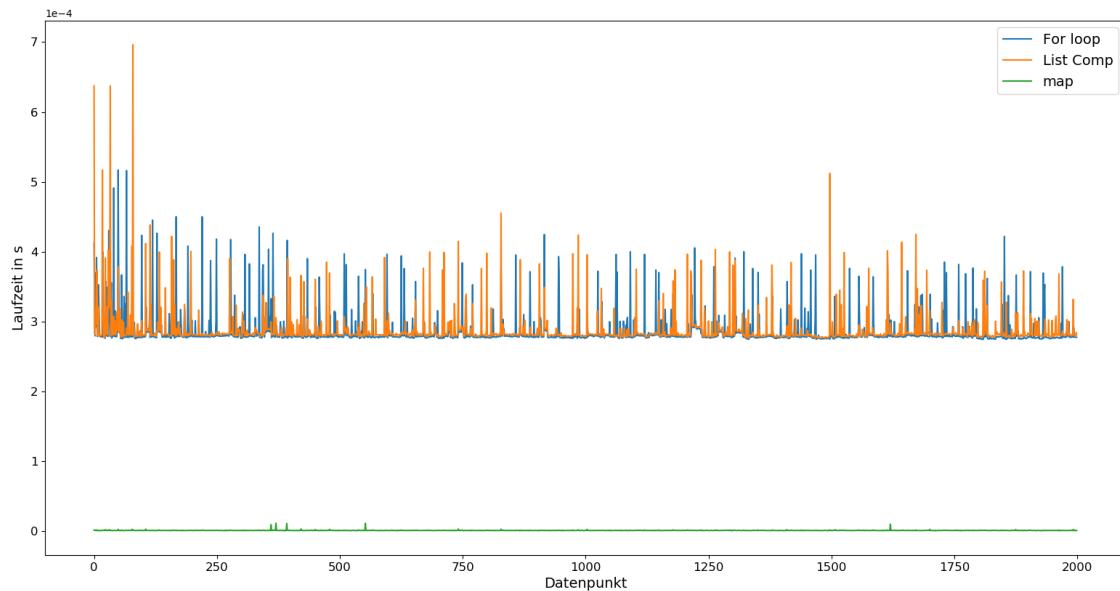


Abbildung 13.2: Visualisierung einer Testreihe

Die Konsolenausgabe stellt dabei eine bestimmte Anzahl an Datensätzen dar, in denen jeweils 2000 mal der Funktionsaufruf durchgeführt und der jeweilige Durchschnitt der verschiedenen Methoden bestimmt wird. Die letzte Zeile jedes Datensatzes gibt die jeweils schnellste Methode an.

Wie zu sehen ist, besteht beim Verzicht auf den Rückgabewert effektiv kein Unterschied zwischen List Comprehensions und for-Schleifen. Außerdem sieht man, dass *map* für solche Anwendungen wesentlich effizienter arbeitet, so ist es um einige Größenordnungen schneller als die beiden anderen Lösungen. Dementsprechend wird die ursprüngliche Implementierung durch eine auf *map* basierende ersetzt. Die optimierte Version läuft damit ≈ 250 mal schneller.

14 Schutz vor unauthorized Zugriff durch *setuid*

[yk]

Setuid, ausgeschrieben *Set User ID*, stellt ein erweitertes Dateirecht auf Linux dar.

Um ein verändern des Quellcodes zu verhindern wird dieser, für den Nutzer schreibgeschützt, abgelegt. Durch das Abspeichern von Daten, z.B. Geräte, Nutzerkonten, etc., sind jedoch bestimmte Schreibrechte notwendig. Um dies zu realisieren kann auf Linux *setuid* verwendet werden. Hierzu ist ein Launcher für die Software notwendig. In ihm werden dem ausführenden Nutzer nun bestimmte Schreibrechte gewährt. Diese sind jedoch nur durch das

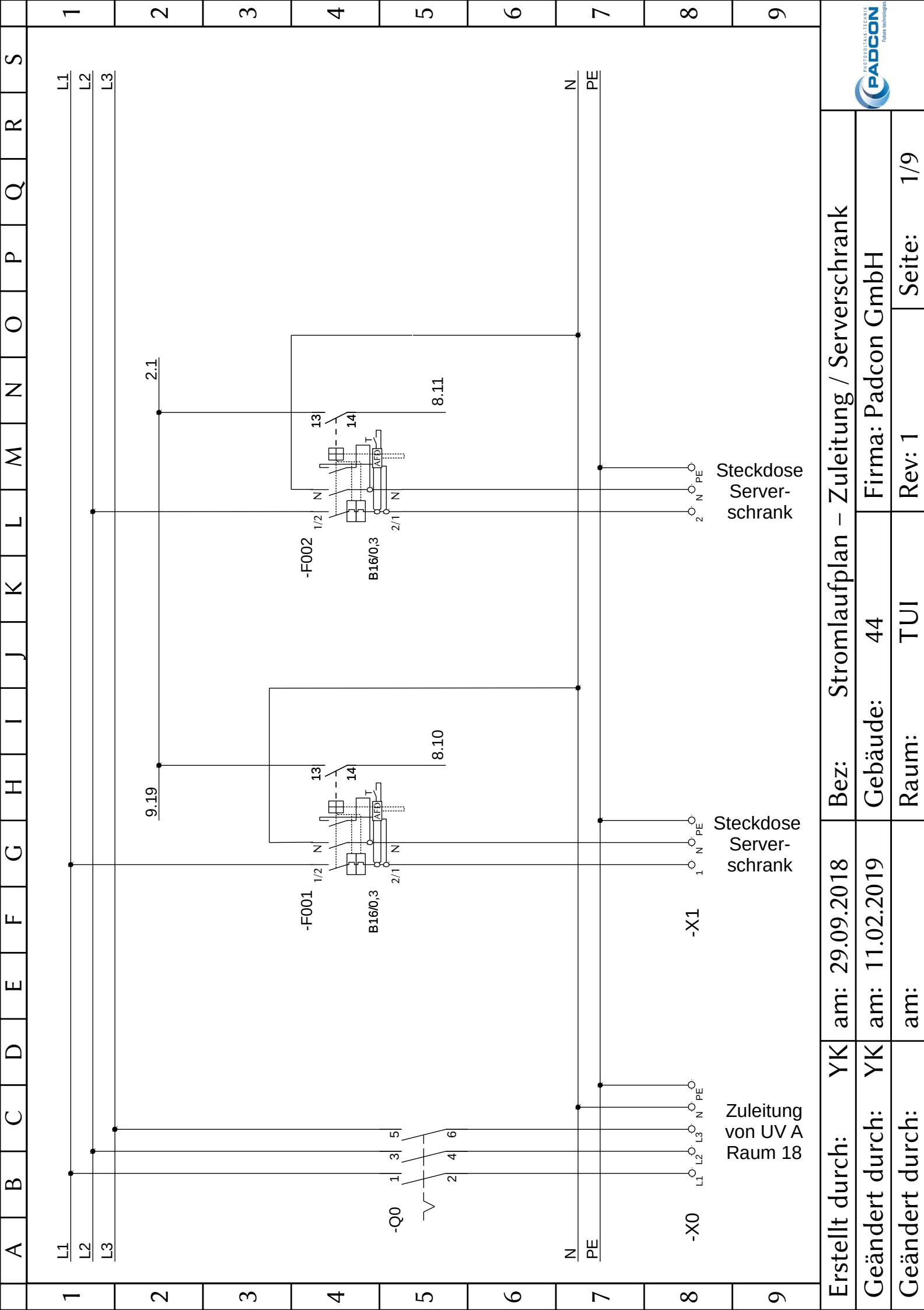
ausgeführte Programm (hier TUIventory) möglich und können somit keine Änderungen am Quellcode erzeugen.

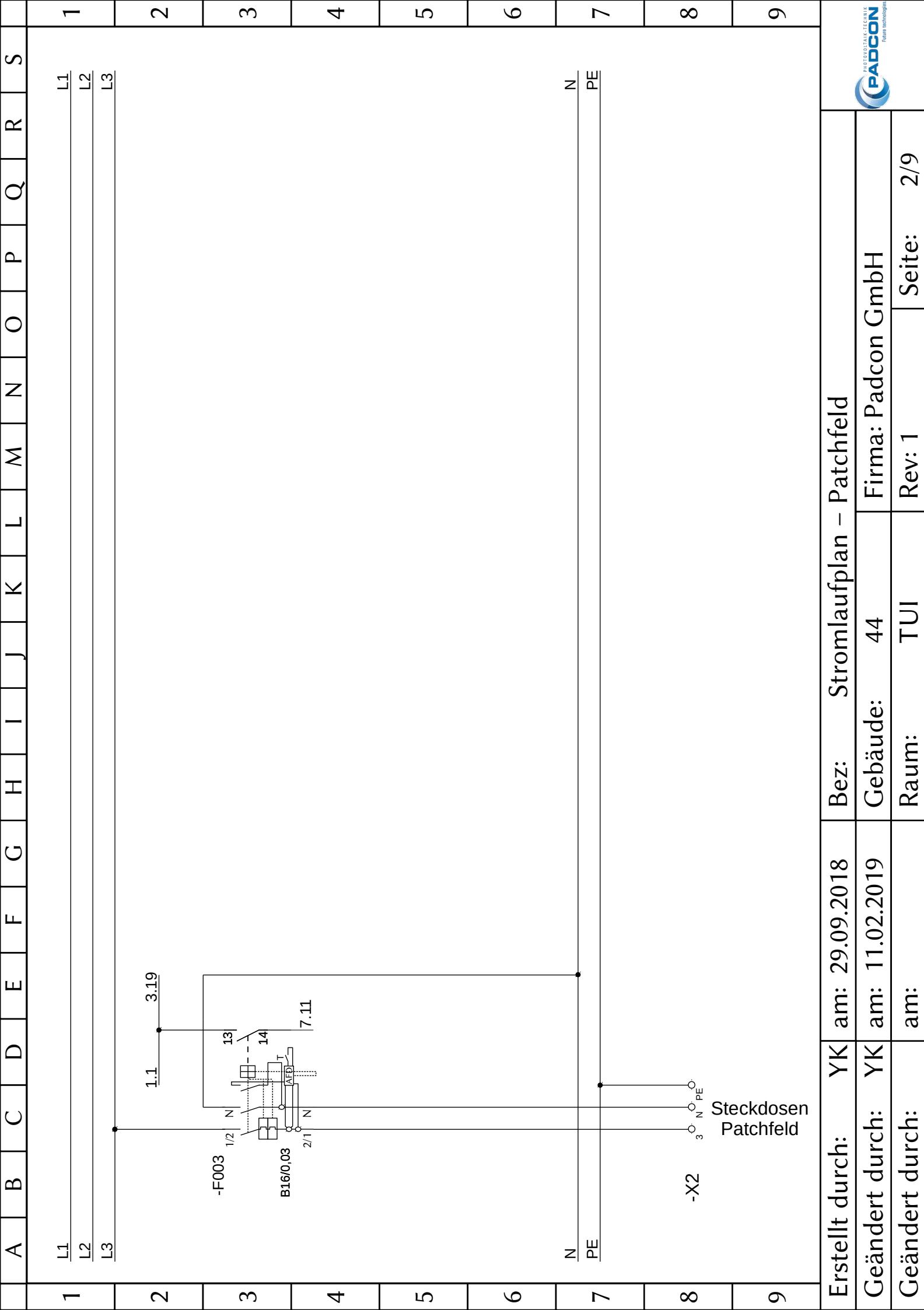
Teil V

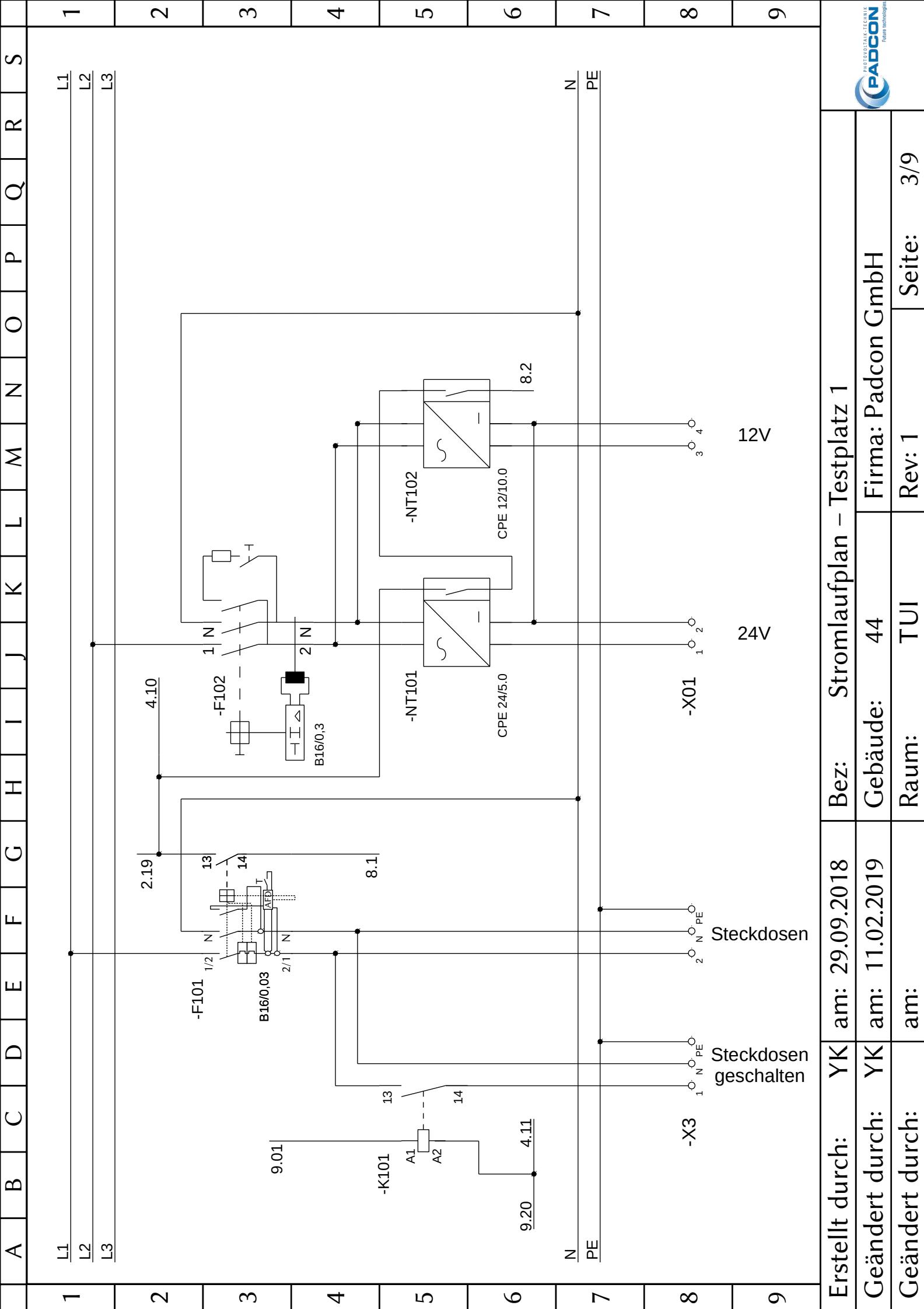
Anhang

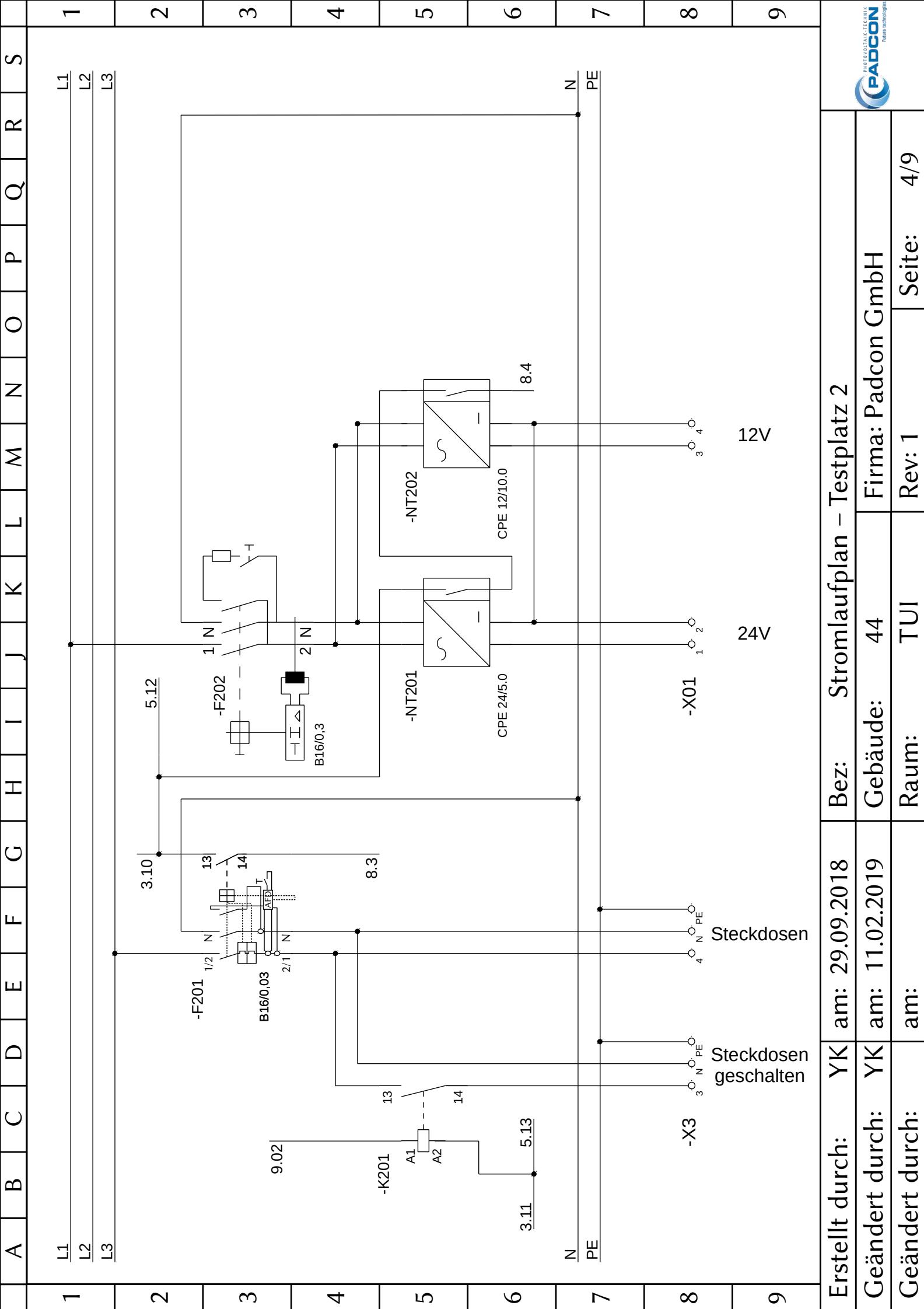
A Pläne

A.1 Stromlaufplan





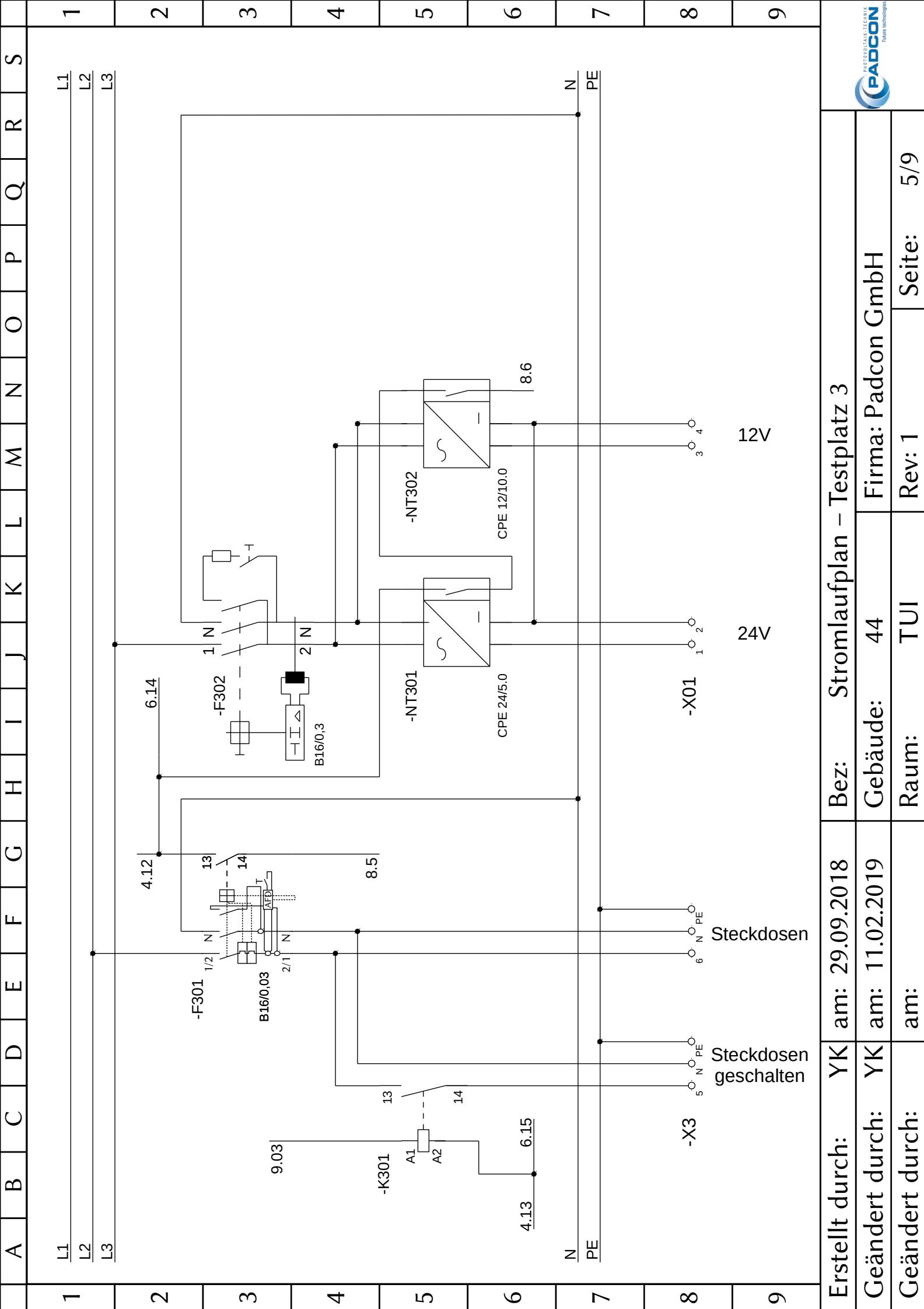




Erstellt durch: YK am: 29.09.2018 Bez: Stromlaufplan – Testplatz 2

Geändert durch: YK am: 11.02.2019 Gebäude: 44 Firma: Padcon GmbH

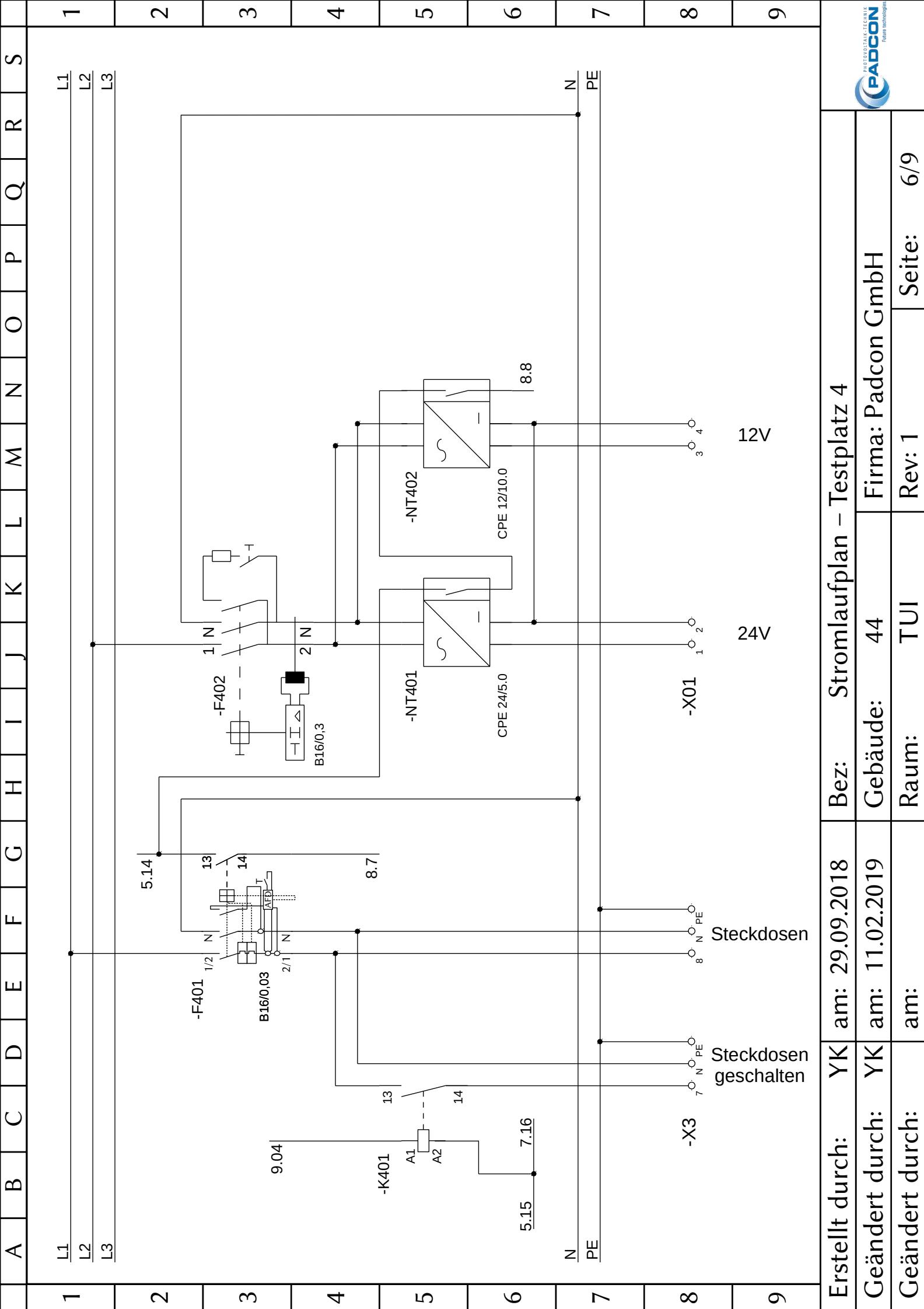
Geändert durch: am: Raum: TUI Rev: 1 Seite: 4/9



Erstellt durch: YK am: 29.09.2018 Bez: Stromlaufplan – Testplatz 3

Geändert durch: YK am: 11.02.2019 Gebäude: 44 Firma: Padcon GmbH

Geändert durch: am: Raum: TUI Rev: 1 Seite: 5/1

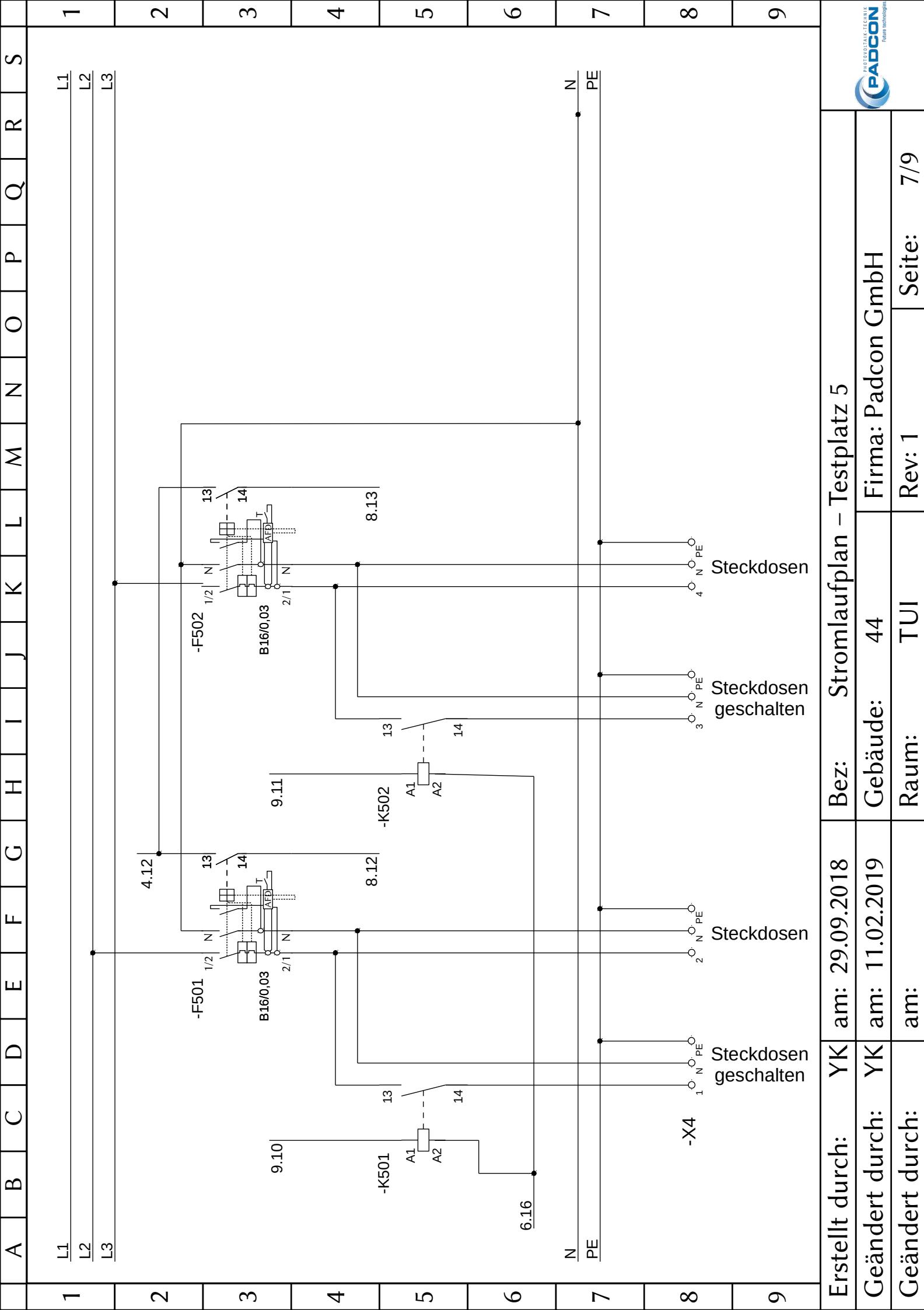


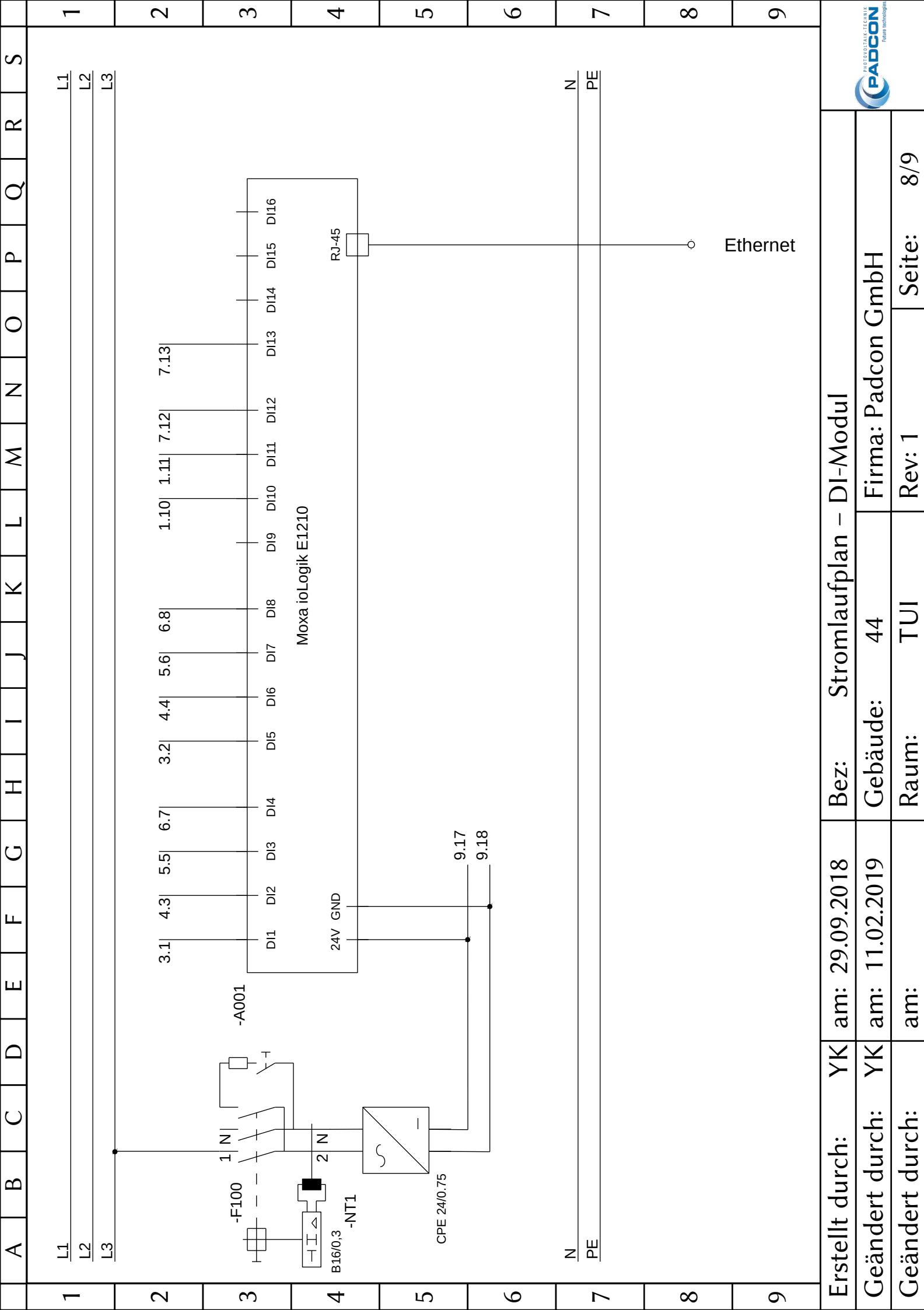
Erstellt durch: YK am: 29.09.2018 Bez: Stromlaufplan – Testplatz 4

Geändert durch: YK am: 11.02.2019 Gebäude: 44 Raum: TUI

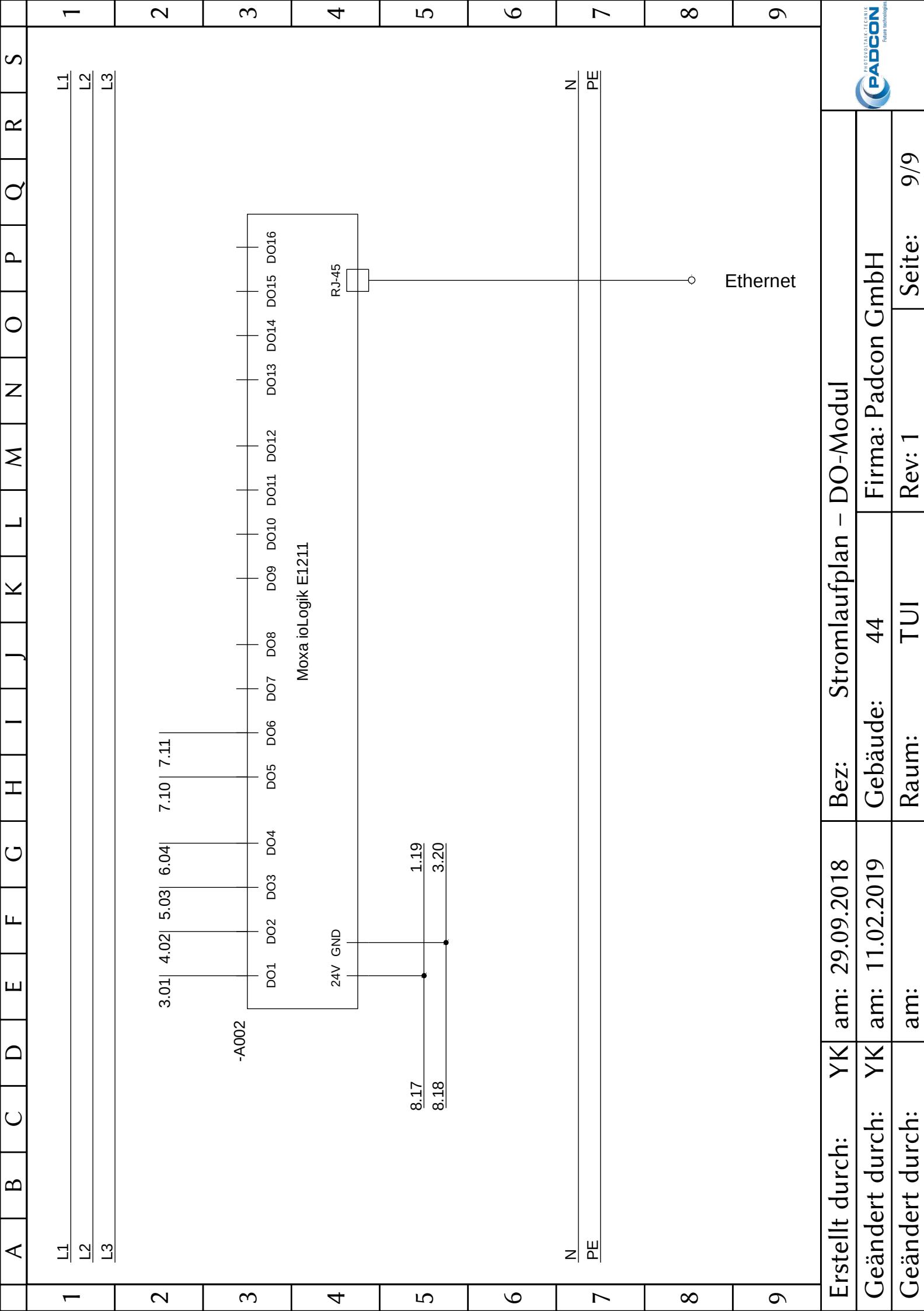
Firma: Padcon GmbH

Rev: 1 Seite: 6/1

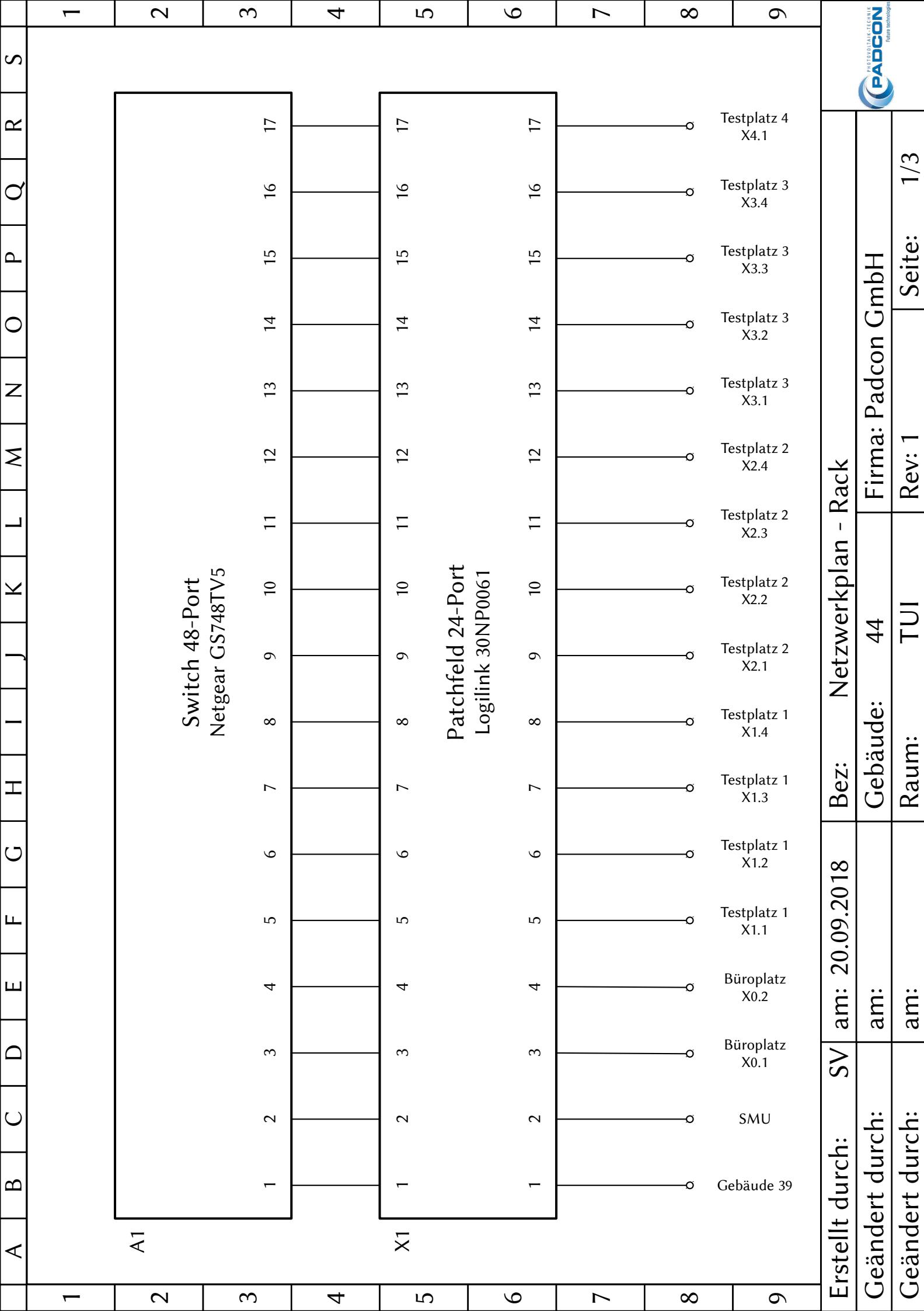


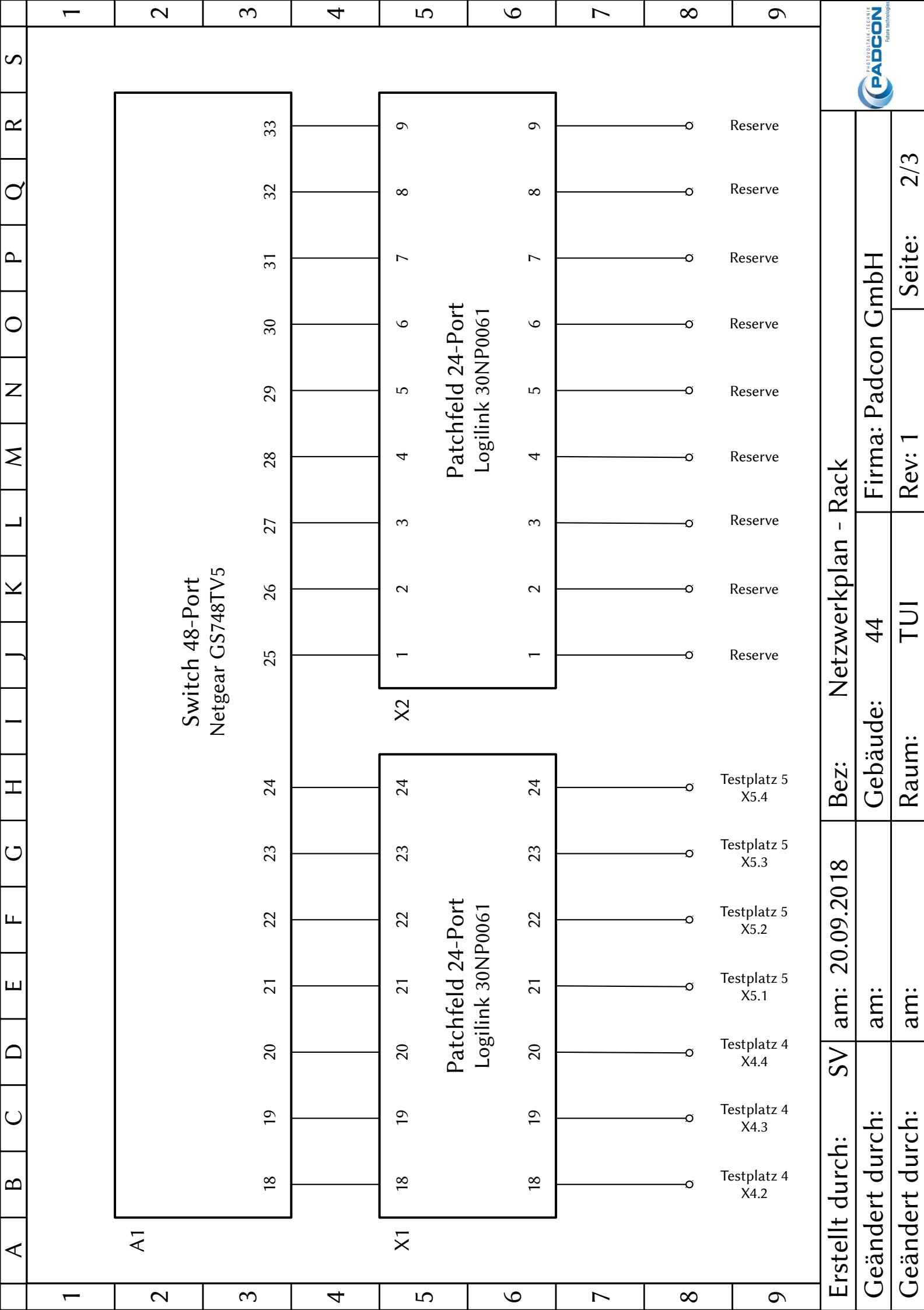


Erstellt durch:	YK	am: 29.09.2018	Bez:	Stromlaufplan – DI-Modul
Geändert durch:	YK	am: 11.02.2019	Gebäude:	44 Firma: Padcon GmbH
Geändert durch:		am:	Raum:	TU Rev: 1 Seite: 8/1



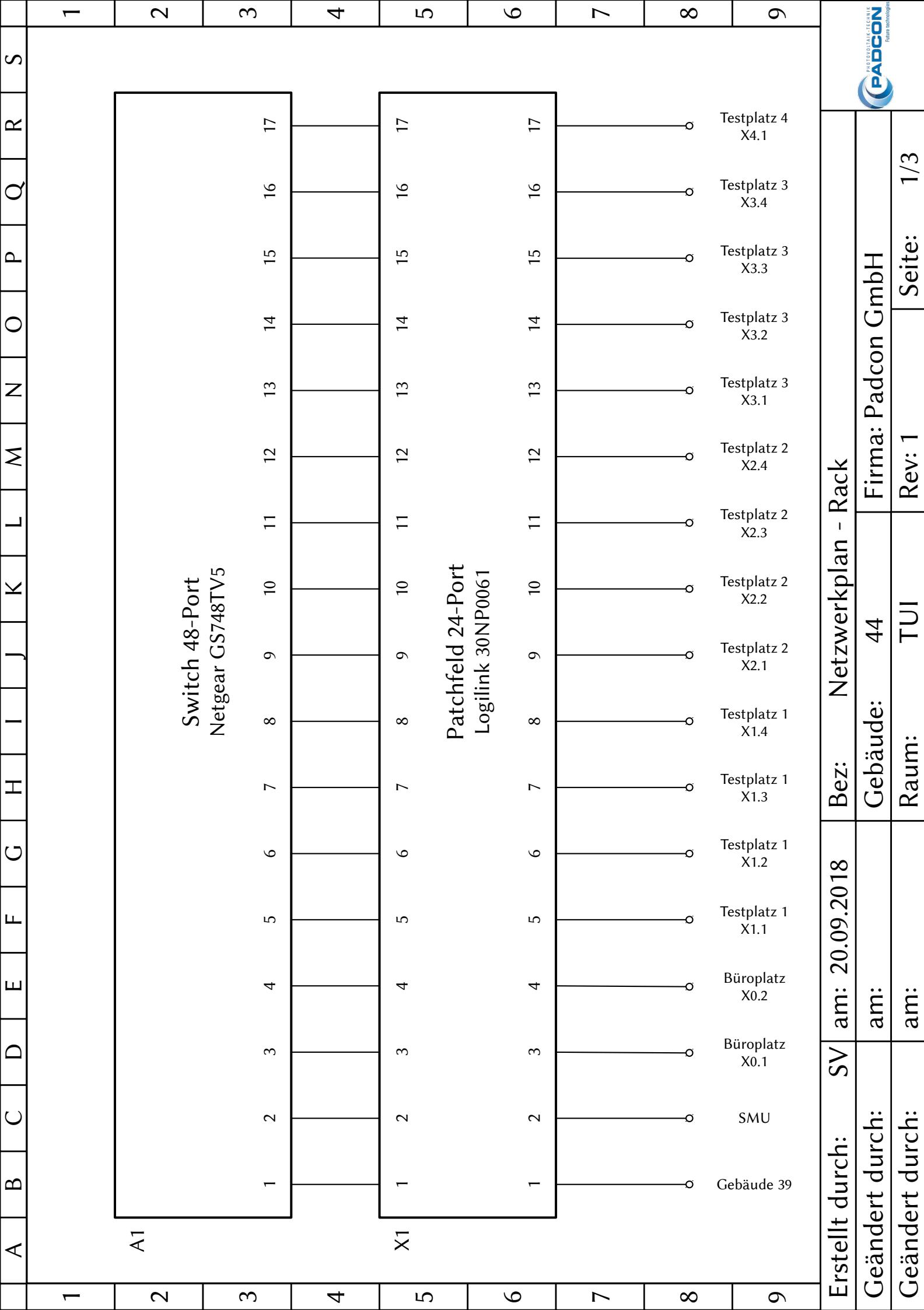
A.2 Netzwerkplan

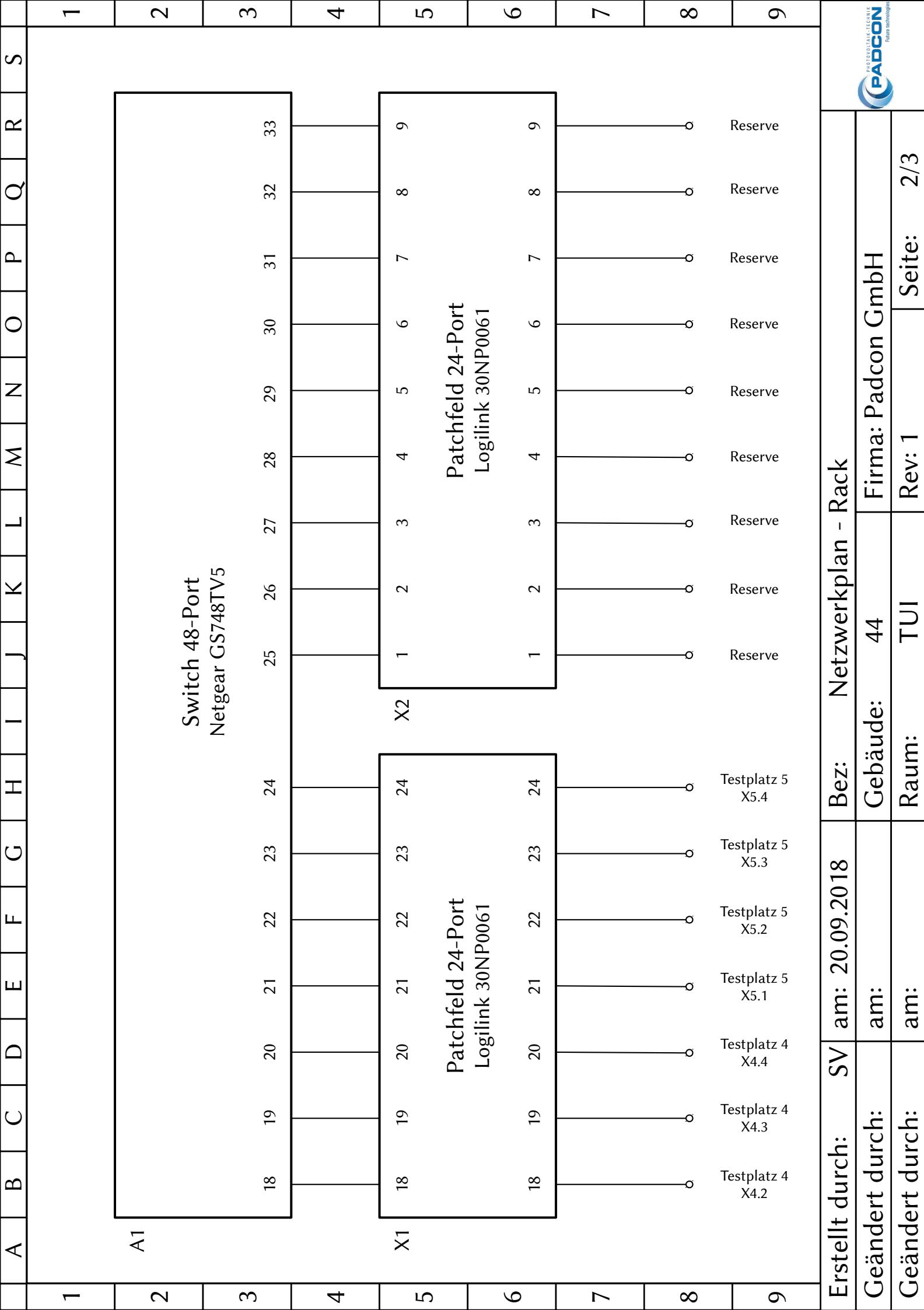




	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
A1	<p>Switch 48-Port Netgear GS748TV5</p> <p>X2</p> <p>Patchfeld 24-Port Logilink 30NP0061</p>																		
1	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48				
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
Erstellt durch:		SV	am: 20.09.2018		Bez: Netzwerkplan - Rack		Firma: Padcon GmbH												
Geändert durch:		am:	Gebäude: 44		Rev: 1												Seite: 3/3		
Geändert durch:		am:	Raum: TUI		Firma: Padcon GmbH												Seite: 3/3		

A.3 Netzwerkplan nach EN81346





B Quellcode

B.1 cli_get_barcode.py

```
1 """Simple barcodereader command line interface"""
2
3 from argparse import ArgumentParser
4 from sys import exit, stderr, stdout
5
6 parser = ArgumentParser(description="Extract all barcodes from an \
    image")
7 parser.add_argument("-i", "--image", dest="path", type=str, help="Path \
    to image")
8 parser.add_argument("-d", "--detailed", dest="detailed", action="\
    store_true", help="Return all extracted information")
9 parser.add_argument("-tb", "--enable_tracebacks", dest="\
    enable_tracebacks", action="store_true", help="Enable tracebacks \
    rather than custom messages")
10
11 args = parser.parse_args()
12 path = args.path
13 detailed = args.detailed
14 enable_tracebacks = args.enable_tracebacks
15
16 try:
17     from cv2 import imread
18 except ImportError as e:
19     if enable_tracebacks:
20         raise e
21     exit("Failed to import OpenCV (Module cv2)")
22 try:
23     from pyzbar import pyzbar
24 except ImportError as e:
25     if enable_tracebacks:
26         raise e
27     exit("Failed to import pyzbar")
28
29
30 if not path:
31     stderr.write("No path provided\n")
```

```

32     exit(1)
33
34 try:
35     image = imread(path)
36     barcodes = pyzbar.decode(image)
37     if not barcodes:
38         stderr.write("Couldn't find any barcodes\n")
39         exit(1)
40 except TypeError as e:
41     if enable_tracebacks:
42         raise e
43     stderr.write(f"There's no valid image at {path}\n")
44     exit(1)
45
46
47 if detailed:
48     stdout.write(str(barcodes))
49 else:
50     stdout.write(barcodes[0].data.decode("utf-8"))
51 exit(0)

```

B.2 barcodereader.py

```

1 """Allows opening a camera feed and finding barcodes in it"""
2
3 from collections import Counter
4 from time import sleep
5 from sys import platform, stderr
6 import threading
7 import queue
8
9 import cv2
10 import numpy as np
11 from pyzbar import pyzbar
12
13 from utils import parallel_print
14
15
16 class VideoStream(threading.Thread):

```

```

17     """Class for reading barcodes of all kinds from a video feed and \
18         marking them in the image
19     Be sure you can't use the LazyVideoStream instead!
20     """
21
22     Args:
23         target_resolution: Tuple of (width, height) to set the \
24             final resolution of the frames
25         camera_id: The id of the camera that's to be used (if your\
26             system only has one it's zero)
27
28     super().__init__(name=f"{self.__class__.__name__}Thread_{\
29         camera_id}")
30     self.camera = Camera(camera_id)
31     self.camera_id = camera_id
32     self.barcodes = []
33     self._mirror = False
34     self._abort = False
35     self.frame_lock = threading.Lock()
36     self.gp_lock = threading.Lock()
37     self._target_resolution = target_resolution
38     self._frame = np.zeros((1, 1))
39
40     def _set_frame(self, frame):
41         with self.frame_lock:
42             self._frame = frame
43
44     def _get_frame(self):
45         with self.frame_lock:
46             frame = self._frame
47             if self.mirror:
48                 frame = cv2.flip(frame, 1)
49             if self.target_resolution:
50                 frame = cv2.resize(frame, (self.target_resolution[0], self\
51                     .target_resolution[1]))
52             return frame
53
54     def _set_mirror(self, mirror):
55         with self.gp_lock:

```

```

52         self._mirror = mirror
53
54     def _get_mirror(self):
55         with self.gp_lock:
56             return self._mirror
57
58     def _set_abort(self, abort):
59         with self.gp_lock:
60             self._abort = abort
61
62     def _get_abort(self):
63         with self.gp_lock:
64             return self._abort
65
66     def _set_target_resolution(self, resolution):
67         with self.gp_lock:
68             self._target_resolution = resolution
69
70     def _get_target_resolution(self):
71         with self.gp_lock:
72             return self._target_resolution
73
74     frame = property(fget=_get_frame, fset=_set_frame)
75     mirror = property(fget=_get_mirror, fset=_set_mirror)
76     abort = property(fget=_get_abort, fset=_set_abort)
77     target_resolution = property(fget=_get_target_resolution, fset=\
78                                   _set_target_resolution)
79
80     @staticmethod
81     def rect_transformation(x, y, width, height):
82         """Transform rectangle of type "origin + size" to "two-point"
83         Args:
84             x (int): x coordinate of origin
85             y (int): y coordinate of origin
86             width (int): width of rectangle
87             height (int): height of rectangle
88         Returns:
89             Tuple of tuple of int with x-y-coordinate pairs for both \
90             points
91         """

```

```

90         return ((x, y), (x + width, y + height))
91
92     def find_and_mark_barcodes(self, frame):
93         """Find barcodes in given frame
94         Args:
95             frame: Frame that barcodes are to be detected in
96         Returns:
97             Tuple of frame where barcodes are marked, list of all \
98                 found codes in frame
99
100        """
101        barcodes = pyzbar.decode(frame)
102        found_codes = []
103        for barcode in barcodes:
104            barcode_information = (barcode.type, barcode.data.decode("\
105                utf-8"))
106            if barcode_information not in found_codes:
107                found_codes.append(barcode_information)
108                poly = barcode.polygon
109                poly = np.asarray([(point.x, point.y) for point in poly])
110                poly = poly.reshape((-1, 1, 2))
111                cv2.polyline(frame, [poly], True, (0, 255, 0), 2)
112                cv2.rectangle(frame, *self.rect_transformation(*barcode.\
113                    rect), (255, 0, 0), 2)
114                x, y = barcode.rect[:2]
115                cv2.putText(
116                    frame,
117                    "{}({})".format(*barcode_information),
118                    (x, y - 10),
119                    cv2.FONT_HERSHEY_PLAIN,
120                    1,
121                    (0, 0, 255),
122                    1)
123        return frame, found_codes
124
125    def run(self):
126        with self.camera as camera:
127            while not self.abort:
128                frame = camera.read()[1]
129                marked_frame, found_codes = self.\
130                    find_and_mark_barcodes(frame)

```

```

126         self.frame = marked_frame
127     if found_codes:
128         self.barcodes.append(found_codes)
129
130
131 class LazyVideoStream(threading.Thread):
132     """Class for reading barcodes of all kinds from a video feed and \
133         marking them in the image
134     This Lazy implementation only processes frames on demand
135
136     Args:
137         target_resolution: Tuple of (width, height) to set the \
138             final resolution of the frames
139         camera_id: The id of the camera that's to be used (if your\
140             system only has one it's zero)
141
142     Attributes:
143         camera: Instance of Camera with for given camera_id
144         camera_id: Given camera_id
145         _mirror: Set to True to mirror the frame
146         gp_lock: general purpose lock for property access
147         _target_resolution: Tuple of (width, height) to set the \
148             final resolution of the frames
149         request_queue: Queue that's used to request a frame, \
150             request by putting True
151         frame_queue: Queue that answer frames get pushed into
152
153     Properties:
154         mirror: gp_lock locked _mirror
155         target_resolution: gp_lock locked _target_resolution
156
157     """
158     def __init__(self, target_resolution=None, camera_id=0):
159         super().__init__(name=f"{self.__class__.__name__}Thread_{id(\\"
160             self)})")
161         self.daemon = True
162         self.camera = Camera(camera_id)
163         self.camera_id = camera_id
164         self._mirror = False
165         self.gp_lock = threading.Lock()
166         self._target_resolution = target_resolution # (width, height)

```

```

160         self.request_queue = queue.Queue()
161         self.frame_queue = queue.Queue()
162         with self.camera:
163             pass
164
165     def _set_mirror(self, mirror):
166         with self.gp_lock:
167             self._mirror = mirror
168
169     def _get_mirror(self):
170         with self.gp_lock:
171             return self._mirror
172
173     def _set_target_resolution(self, resolution):
174         with self.gp_lock:
175             self._target_resolution = resolution
176
177     def _get_target_resolution(self):
178         with self.gp_lock:
179             return self._target_resolution
180
181     mirror = property(fget=_get_mirror, fset=_set_mirror)
182     target_resolution = property(fget=_get_target_resolution, fset=\
183                                 _set_target_resolution)
184
185     @staticmethod
186     def rect_transformation(x, y, width, height):
187         """Transform rectangle of type "origin + size" to "two-point"
188
189         Args:
190             x (int): x coordinate of origin
191             y (int): y coordinate of origin
192             width (int): width of rectangle
193             height (int): height of rectangle
194
195         Returns:
196             Tuple of tuple of int with x-y-coordinate pairs for \
197             both points
198
199         """
200         return ((x, y), (x + width, y + height))

```

```

198
199     def find_and_mark_barcodes(self, frame):
200         """Find barcodes in given frame
201         Args:
202             frame: Frame that barcodes are to be detected in
203         Returns:
204             Tuple of frame where barcodes are marked, list of all \
205                 found codes in frame
206         """
207
208         barcodes = pyzbar.decode(frame)
209         found_codes = []
210         for barcode in barcodes:
211             barcode_information = (barcode.type, barcode.data.decode("\
212                 utf-8"))
213             if barcode_information not in found_codes:
214                 found_codes.append(barcode_information)
215             poly = barcode.polygon
216             poly = np.asarray([(point.x, point.y) for point in poly])
217             poly = poly.reshape((-1, 1, 2))
218             cv2.polyline(frame, [poly], True, (0, 255, 0), 2)
219             # cv2.rectangle(frame, *self.rect_transformation(*barcode.\
220                 rect), (255, 0, 0), 2)
221             x, y = barcode.rect[:2]
222             """
223             cv2.putText(
224                 frame,
225                 "{}({})".format(*barcode_information),
226                 (x, y - 10),
227                 cv2.FONT_HERSHEY_PLAIN,
228                 1,
229                 (0, 0, 255),
230                 1)
231
232         return frame, found_codes
233
234     def request(self):
235         """Convenience function to abstract the request_queue from the\
236             user"""
237         self.request_queue.put(True)
238
239     def run(self):

```

```

234     """Start connection to camera and answer requests"""
235     with self.camera as camera:
236         while True:
237             self.request_queue.get()
238             frame = camera.read()[1]
239             marked_frame, found_codes = self.\
240                 find_and_mark_barcodes(frame)
241             if self.target_resolution:
242                 marked_frame = cv2.resize(marked_frame, (self.\
243                     target_resolution[0], self.target_resolution\
244                     [1]))
245             if self.mirror:
246                 marked_frame = cv2.flip(marked_frame, 1)
247                 self.frame_queue.put((marked_frame, found_codes))
248             self.request_queue.task_done()
249
250     class Camera():
251         def __init__(self, camera_id=0):
252             self.camera_id = camera_id
253         def __enter__(self):
254             if "win32" in platform:
255                 self.camera = cv2.VideoCapture(cv2.CAP_DSHOW + self.\
256                     camera_id)
257             else:
258                 self.camera = cv2.VideoCapture(self.camera_id)
259
260             if not self.camera.isOpened():
261                 raise IOError(f"Failed to open camera {self.camera_id}")
262             while not self.camera.read()[0]:
263                 pass
264             return self.camera
265         def __exit__(self, exc_type, exc_value, traceback):
266             self.camera.release()
267             while self.camera.isOpened():
268                 pass
269             return True
270
271 if __name__ == "__main__":
272     lazy_feed = LazyVideoStream()

```

```

270     lazy_feed.start()
271     window = "window"
272     cv2.namedWindow(window)
273
274     while True:
275         lazy_feed.request_queue.put(True)
276         frame, codes = lazy_feed.frame_queue.get()
277         lazy_feed.frame_queue.task_done()
278         cv2.imshow(window, frame)
279         cv2.waitKey(1)
280         if codes:
281             parallel_print(codes)

```

B.3 classes.py

```

1 """All classes of the database connection reside here
2 This also handles database initialization
3 """
4
5 from collections import Counter
6 import hashlib
7 import re
8 from secrets import randbits
9 from threading import Lock, Thread
10 from time import sleep, time
11
12 import cv2
13 from passlib.hash import argon2
14 import sqlalchemy
15 from sqlalchemy import Boolean, Column, Float, Integer, LargeBinary, \
16     String
16 from sqlalchemy.ext.declarative import declarative_base
17 from PyQt5.QtGui import QImage, QPixmap
18
19 from logger import logger
20 from utils import absolute_path
21
22 orm = sqlalchemy.orm
23
24 Base = declarative_base()

```

```

25 if __name__ == "__main__":
26     print("")
27     if not input("Warning! Do you really want to delete the database \
28         and write some example data to it? [y/N]: ") in ("y", "Y"):
29         exit()
30     print("")
31     logger.info("Database cleared! This was authorized via a prompt")
32     with open(absolute_path("test.db"), "w") as f:
33         f.flush()
34 engine = sqlalchemy.create_engine(f"sqlite:///{absolute_path('test.db')\
35         }", echo=False)
36
37 class IntegrityError(IOError):
38     """Error to raise if an operation compromises database integrity\
39     """
40     def __init__(self, message):
41         self.message = message
42
43     def __str__(self):
44         return f'Couldn\'t create instance with given Parameters:{\
45             self.message}'
46
47 class BigInt(sqlalchemy.types.TypeDecorator):
48     """SQLAlchemy datatype for dealing with ints that potentially \
49         overflow a basic SQL Integer"""
50     impl = sqlalchemy.types.String
51
52     def process_bind_param(self, value, dialect):
53         """Gets called when writing to db"""
54         return str(value)
55
56
57     def process_result_value(self, value, dialect):
58         """Gets called when reading from db"""
59         return int(value)
60
61
62     def setup_context_session(engine):
63         """Factory for contextmanagers for Session objects
64         Initialize a ContextSession class

```

```

60
61     Args:
62         engine (sqlalchemy.engine.base.Engine): Engine that's \
63             bound to the sessionmaker
64
65     Example:
66         engine = sqlalchemy.create_engine('sqlite:///memory:')
67         CSession = setup_context_session(engine)
68         with CSession() as session:
69             session.add(user1)
70             session.add(user2)
71
72     class ContextSession():
73         _engine = engine
74
75         class _StateKeepingSession(orm.session.Session):
76             def __init__(self):
77                 super().__init__(bind=engine)
78                 self.instances = []
79
80             def add(self, instance, *args, **kwargs):
81                 self.instances.append(instance)
82                 super().add(instance, *args, **kwargs)
83
84             def add_all(self, instances, *args, **kwargs):
85                 self.instances += instances
86                 super().add_all(instances, *args, **kwargs)
87
88             def __enter__(self):
89                 self.session = self._StateKeepingSession()
90                 return self.session
91
92             def __exit__(self, exc_type, exc_value, traceback):
93                 if exc_value or exc_type or traceback:
94                     self.session.rollback()
95                     return False # propagate exceptions upwards
96                 else:
97                     self.session.commit()
98                     # [self.session.refresh(instance) for instance in self\
99                     .session.instances] if I didn't mess up the map \

```

```

    below, this can be deleted
98     for x in map(self.session.refresh, self.session.\
99         instances):
100         pass # refresh all instances via side effect of \
101             map
100         self.session.expunge_all()
101         self.session.close()
102         return True
103     return ContextSession
104
105
106 class Producer(Base):
107     """Represents a producer of articles"""
108     __tablename__ = "producers"
109     uid = Column(Integer, primary_key=True)
110     name = Column(String, unique=True)
111     articles = orm.relationship("Article", backref="producer")
112     def __init__(self, name, uid=None):
113         self.uid = uid
114         self.name = name.title()
115
116     def __str__(self):
117         return f"{self.uid} {self.name}"
118
119
120 class Article(Base):
121     """Represents an article"""
122     __tablename__ = "articles"
123     uid = Column(Integer, primary_key=True)
124     name = Column(String, unique=True)
125     producer_uid = Column(Integer, sqlalchemy.ForeignKey("producers.\
126         uid"))
126     # last_price = Column(Float(asdecimal=True))
127     devices = orm.relationship(
128         "Device",
129         backref=orm.backref("article", lazy="immediate"),
130         lazy="immediate")
131     def __init__(self, name, producer=None, uid=None):
132         self.uid = uid
133         self.name = name

```

```

134         self.producer = producer
135
136     def __str__(self):
137         return f"{self.uid}\u2022{self.name}"
138
139 class Device(Base):
140     """Represents a device"""
141     __tablename__ = "devices"
142     uid = Column(Integer, primary_key=True)
143     article_uid = Column(Integer, sqlalchemy.ForeignKey("articles.uid"\ \
144         ))
144     code = Column(String)
145     responsibility = orm.relationship(
146         "Responsibility",
147         backref=orm.backref("device", lazy="immediate", uselist=False)\ \
148             ,
149             lazy="immediate",
150             uselist=False)
150     def __init__(self, code=None, uid=None):
151         self.uid = uid
152         self.code = code
153
154     def __str__(self):
155         return f"{self.article.name}\u2022ID\u2022{self.uid}"
156
157
158 class PhoneNumber(Base):
159     """Get a Phone Number from raw input string
160     PhoneNumber can also be stored in database table
161
162     Args:
163         raw_string (str): String that holds the number
164
165     To do:
166         - config to set locale (subscriber number prefix and \
167             country code)
168             probably not possible due to precision limitations of \
169                 system-locale
168     """
169     __tablename__ = "phone_numbers"

```

```

170     uid = Column(Integer, primary_key=True)
171     user_uid = Column(Integer, sqlalchemy.ForeignKey("users.uid"))
172     raw_string = Column(String)
173     country_code = Column(String)
174     area_code = Column(String)
175     subscriber_number = Column(String)
176     extension = Column(String)
177     pattern = r"(?P<prelude>(?P<country_code>(?:\+\d{1,3})|(?:0))\u00a5*(?P<
178         <area_code>(?:[1-9]\+))+)?(?P<subscriber_number>(?:\d+\u00a5?)+)(?P<\u00a5
179         extension>[-\+\d]+)?""
180     def __init__(self, raw_string):
181         self.raw_string = raw_string
182         if not self.raw_string:
183             self.country_code = ""
184             self.area_code = ""
185             self.subscriber_number = ""
186             self.extension = ""
187             self.match = None
188             return
189         self.match = re.search(self.pattern, self.raw_string)
190         if not self.match:
191             raise self.NoNumberFoundWarning(raw_string)
192         self.country_code = self._extract_country_code()
193         self.area_code = self._extract_area_code()
194         self.subscriber_number = self._extract_subscriber_number()
195         self.extension = self._extract_extension()
196     @staticmethod
197     def _whitespacekiller(string):
198         """Remove all non-number characters from a string"""
199         return re.sub(r"\D", "", string)
200     def _extract_country_code(self):
201         country_code = self.match.group("country_code")
202         if country_code and "+" in country_code:
203             return self._whitespacekiller(country_code)
204         else:
205             return "049"
206     def _extract_area_code(self):

```

```

208     area_code = self.match.group("area_code")
209     area_code = "9321" if not area_code else area_code
210     return self._whitespacekiller(area_code)
211
212     def _extract_subscriber_number(self):
213         subscriber_number = self.match.group("subscriber_number")
214         return self._whitespacekiller(subscriber_number)
215
216     def _extract_extension(self):
217         extension = self.match.group("extension")
218         extension = "" if not extension else extension
219         return self._whitespacekiller(extension)
220
221     def __str__(self):
222         """Build string of the telephone number based on DIN 5008"""
223         extension = f"-{self.extension}" if self.extension else ""
224         return f"+{self.country_code}{self.area_code}{self.\
225             subscriber_number}{extension}"
226
227     def __format__(self, format_spec):
228         return f"{str(self) : {format_spec}}"
229
230     class NoNumberFoundWarning(Warning):
231         def __init__(self, raw_string):
232             self.raw_string = raw_string
233         def __str__(self):
234             return f'No telephone number was found in: {self.\
235                 raw_string}',
236
237     class Location(Base):
238         """Represents a physical location where a User (or Responsibility) \
239             may be located"""
240         __tablename__ = "locations"
241         uid = Column(Integer, primary_key=True)
242         name = Column(String, unique=True)
243         #devices = orm.relationship("Device", backref=orm.backref("\
244             location", uselist=False))
245         responsibilities = orm.relationship("Responsibility", backref="\
246             location", lazy="immediate")

```

```

243     def __init__(self, name="", uid=None):
244         self.name = name.title()
245         self.uid = uid
246
247     def __str__():
248         return self.name
249
250
251 class User(Base):
252     """Represents a user of the application"""
253     __tablename__ = "users"
254     uid = Column(Integer, primary_key=True)
255     e_mail = Column(String, unique=True)
256     password = Column(LargeBinary)
257     salt = Column(BigInt)
258     name = Column(String)
259     surname = Column(String)
260     is_admin = Column(Boolean)
261     location_uid = Column(Integer, sqlalchemy.ForeignKey("locations.\
262                 uid"))
262     location = orm.relationship(
263         "Location",
264         backref=orm.backref("users", lazy="immediate"),
265         uselist=False,
266         lazy="immediate")
267     responsibilities = orm.relationship("Responsibility", backref="\\
268                 user")
268     phonenumbers = orm.relationship(
269         "PhoneNumber",
270         backref=orm.backref("user", cascade="all,delete-orphan", \
271                         single_parent=True),
272         uselist=False,
273         lazy="immediate")
274
274     def __init__(self, e_mail, password, name="", surname="", \
275                 phonenumbers="", uid=None, salt=None):
276         self.uid = uid
277         self.e_mail = e_mail.lower()
278         self.salt = salt if salt else self.new_salt()
278         self.name = name.title()

```

```

279         self.surname = surname.title()
280         if isinstance(phonenumbers, PhoneNumber):
281             self.phonenumber = phonenumbers
282         else:
283             self.phonenumber = PhoneNumber(phonenumbers)
284         self.hash(password)
285         self.is_admin = False
286
287     @staticmethod
288     def new_salt():
289         return randbits(128)
290
291     def hash(self, password):
292         """Hash a string with argon2
293         The salt is concatenated with the e-mail to get the final salt
294         """
295         salt = f"{self.salt}{self.e_mail}".encode()
296         hash = argon2(using(
297             salt=salt,
298             rounds=512,
299             memory_cost=1024,
300             max_threads=8,
301             digest_size=256).hash(password))
302         self.password = re.match(r"\$argon2i\$v=\d+\$m=\d+,t=\d+,p=\d\"
303             +\$(?P<hash>.+)", hash).\
304             group("hash").encode()
305
306     def __str__(self):
307         return f"{self.name} {self.surname}".title()
308
309 class Responsibility(Base):
310     """Represents a responsibility a User has for a Device"""
311     __tablename__ = "responsibilities"
312     device_uid = Column(Integer, sqlalchemy.ForeignKey("devices.uid"), \
313         primary_key=True)
314     user_uid = Column(Integer, sqlalchemy.ForeignKey("users.uid"), \
315         primary_key=True)
316     location_uid = Column(Integer, sqlalchemy.ForeignKey("locations.\"
317         uid"), primary_key=True)

```

```

315
316     def __init__(self, device=None, user=None, location=None):
317         self.device = device
318         self.user = user
319         self.location = location
320
321     def __str__(self):
322         return f"{self.user} is responsible for device {self.device} \
323             at {self.location}"
324
325 Base.metadata.create_all(bind=engine) # Database initialized
326 logger.info("Database initialized, tables verified")
327
328
329 class Timeout(Thread):
330     """Timer that runs in background and executes a function if it's \
331         not refreshed
332     Important: This is different from the threading.Timer class in \
333         that it can provide
334     arguments to a function as well as allows resetting the timer, \
335         rather than canceling
336     completely. To cancel a Timeout set function to None, the thread \
337         will then close itself
338     down on the next lifecycle check.
339
340     Args:
341         function: function that is executed once time runs out
342         timeout: time in seconds after which the timeout executes \
343             the function
344         args: arguments for function
345         kwargs: keyword arguments for function
346
347     Attributes:
348         timeout: time in seconds after which the timer times out
349         function: function to be executed once time runs out
350         args: arguments for function
351         kwargs: keyword arguments for function
352         lock: mutex for various attributes
353         timed_out: boolean presenting whether the timer timed out

```

```

349             last_interaction_timestamp: unix timestamp of last refresh\
350                 /initialization
350
351         Properties:
352             timer: Shows the time remaining until timeout
353 """
354
355     def __init__(self, timeout, function, *args, **kwargs):
356         super().__init__(name=f"{self.__class_._.name_}Thread_\"\
357                         function._name_\"")
358         self.daemon = True
359         self.timeout = timeout
360         self.function = function
361         self.args = args
362         self.kwargs = kwargs
363         self.lock = Lock()
364         self.timed_out = False
365         self.reset()
366
367     def _refresh_timer(self):
368         with self.lock:
369             return self.timeout - (time() - self.\
370                                 last_interaction_timestamp)
371
372     timer = property(fget=_refresh_timer)
373
374     def reset(self):
375         """Reset the internal timer"""
376         with self.lock:
377             if not self.timed_out:
378                 self.is_reset = True
379                 self.last_interaction_timestamp = time()
380
381     def run(self):
382         """Start the timer"""
383         if self.function is None:
384             logger.debug("Timeout thread closed because function was \
385                         None")
386             return
387         with self.lock:

```

```

385         if self.is_reset:
386             self.is_reset = False
387         else:
388             self.timed_out = True
389             self.function(*self.args, **self.kwargs)
390             return
391         difference_to_timeout = self.timeout - (time() - self.\
392                                         last_interaction_timestamp)
393         sleep(difference_to_timeout)
394         self.run()
395
396 class VideoStreamUISync(Thread):
397     """Class to tie a LazyVideoStream to some canvas in Qt
398     Args:
399         canvas: canvas has to be able to take pixmaps/implement \
400                 setPixmap
400         videotostream: Instance of LazyVideoStream that supplies the\
401                         frames
401         signal: qt-signal that's emitted if a barcode has been \
402                         recognized
402         job: set to "both", "codes" or "frames" to set whether it \
403                         should
403         only process image data, barcodes and signals or both
404
405     Attributes:
406         barcodes: Counter that holds all found barcodes USE \
407                     barcode_lock WHEN ACCESSING!
407         barcode_lock: Lock for barcodes
408         sensibility: How often a barcode has to be recognized to \
409                         count it as valid
409     """
410     def __init__(self, canvas, videotostream, signal, job="both"):
411         super().__init__(name=f"{self.__class__._name_}Thread_{id(\\"
412                                         self) }")
412         self.canvas = canvas
413         self.videostream = videotostream
414         self.daemon = True
415         self.barcodes = Counter()
416         self.barcode_lock = Lock()

```

```

417         self.sensibility = 10
418         self.signal = signal
419         self.job = job
420
421     @staticmethod
422     def _matrice_to_QPixmap(frame):
423         """Convert cv2/numpy matrice to a Qt QPixmap"""
424         frame = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2RGB)
425         height, width, channel = frame.shape
426         image = QImage(frame.data, width, height, 3 * width, QImage.\
427                         Format_RGB888)
428         return QPixmap(image)
429
430     def get_most_common(self):
431         """Get barcode with highest occurence"""
432         with self.barcode_lock:
433             return self.barcodes.most_common(1)[0]
434
435     def reset_counter(self):
436         with self.barcode_lock:
437             self.barcodes = Counter()
438
439     def update_counter(self, found_codes):
440         with self.barcode_lock:
441             self.barcodes.update(found_codes)
442
443     def run(self):
444         """Start synchronization"""
445         while True:
446             self.videostream.request_queue.put(True)
447             frame, found_codes = self.videostream.frame_queue.get()
448             if self.job == "frames" or self.job == "both":
449                 pixmap = self._matrice_to_QPixmap(frame)
450                 self.canvas.setPixmap(pixmap)
451             elif self.job == "codes" or self.job == "both":
452                 if found_codes:
453                     self.update_counter(found_codes)
454                     most_common = self.get_most_common()
455                     if most_common[1] > self.sensibility:
456                         self.signal.emit(most_common[0][1])

```

```

456                     self.reset_counter()
457                     sleep(10)
458             cv2.waitKey(1)
459
460
461 if __name__ == "__main__":
462     """Tests"""
463     """Timer Test
464     import threading
465     timeout = Timeout(timeout=10, function=print, args=["timed out"])
466     timeout.start()
467     reset_thread = threading.Thread(target=lambda: timeout.reset() if \
468         input() else None) # function for testing - reset on input
469     reset_thread.start()
470     t = 0
471     delta_t = 1
472     t1 = time()
473     while not timeout.timed_out:
474         print(f"Not timed out yet - {t:.2f} seconds passed")
475         print(timeout.timer)
476         t += delta_t
477         sleep(delta_t)
478         print(time() - t1)
479     timeout.join()
480     reset_thread.join()
481     """
482
483     import random
484     random.seed(0)
485
486     location1 = Location("Testplatz_1")
487     location2 = Location("Testplatz_2")
488     location3 = Location("Testplatz_3")
489     location4 = Location("Testplatz_4")
490     location5 = Location("Testplatz_5")
491     location6 = Location("Bázro")
492     location7 = Location("Lager")
493     locations = (
494         location1,
495         location2,

```

```

495         location3 ,
496         location4 ,
497         location5 ,
498         location6 ,
499         location7)
500
501
502     user0 = User(e_mail="admin", password="123", name="Admin", surname="\n",
503                 " , phonenumber="888")
504     user0.is_admin = True
505     user1 = User(e_mail="Karl@googlemail.com", password="123", name="\n",
506                 " Karl", surname="KĂśnig", phonenumber="71825")
507     user2 = User(e_mail="sv@gmail.com", password="password", name="\n",
508                 " Stefan", surname="VĂślz", phonenumber="09729\u20221411")
509     user2.is_admin = True
510     user3 = User(e_mail="yk@gmail.com", password="asdf", name="Yannis"\n,
511                 " , surname="Kohler", phonenumber="09729\u20221552")
512     user3.is_admin = True
513     user4 = User(e_mail="MaxMustermann@t-online.de", password="123456"\n,
514                 " , name="Max", surname="Mustermann", phonenumber="12345")
515     user5 = User(e_mail="JohnDoe@web.com", password="john", name="John"\n,
516                 " , surname="Doe", phonenumber="+01\u20221123-5")
517     users = (
518         user0 ,
519         user1 ,
520         user2 ,
521         user3 ,
522         user4 ,
523         user5)
524
525     for user in users:
526         user.location = random.choice(locations)
527
528     producer1 = Producer("ABB")
529     producer2 = Producer("iEi")
530     producer3 = Producer("Moxa")
531     producer4 = Producer("Wago")
532     producer5 = Producer("Phoenix\u2022Contact")
533     producers = (

```

```

529         producer1 ,
530         producer2 ,
531         producer3 ,
532         producer4 ,
533         producer5)
534
535     article1 = Article("CP-E\u24/20.0")
536     article2 = Article("EtherDevice\u24Switch\u316")
537     article3 = Article("ioLogik\u24E1241")
538     article4 = Article("Managed\u24Switch\u24852-104")
539     article5 = Article("MINI-PS-100-240AC/5DC/3")
540     article6 = Article("UIBX-250-BW")
541     """
542     article7 = Article("PID Killer")
543     article8 = Article("IPC AMOS -3005 -1Q12A2")
544     article9 = Article("IPC JBC323U591 -3160 -B")
545     article10 = Article("IPC HM -1000")
546     article11 = Article("MSwitch JRL116M -2F -M")
547     article12 = Article("Switch SPIDER 8TX")
548     article13 = Article("Switch SPIDER 5TX")"""
549     article1.producer = producer1
550     article2.producer = producer3
551     article3.producer = producer3
552     article4.producer = producer4
553     article5.producer = producer5
554     article6.producer = producer2
555     """
556     article7.producer = producer6
557     article8.producer = producer7
558     article9.producer = producer8
559     article10.producer = producer8
560     article11.producer = producer8
561     article12.producer = producer9
562     article13.producer = producer9"""
563     articles = (
564         article1 ,
565         article2 ,
566         article3 ,
567         article4 ,
568         article5 ,

```

```

569         article6)
570
571     devices = [Device(str(i)) for i in range(35)]
572     resps = [Responsibility() for device in devices]
573     for device, resp in zip(devices, resps):
574         device.article = random.choice(articles)
575         while resp.user == user0 or not resp.user:
576             resp.user = random.choice(users)
577             resp.location = random.choice(locations)
578             resp.device = device
579
580     Session = orm.sessionmaker(bind=engine)
581     session = Session()
582
583     session.add_all(locations)
584     session.add_all(users)
585     session.add_all(producers)
586     session.add_all(articles)
587     session.add_all(devices)
588     session.add_all(resps)
589
590     print("-" * 30)
591     print(f"{article1.producer.name} produces the following articles")
592     for art in producer1.articles:
593         print(f'{art.name}' * 5)
594         print(f'{len(art.instances)} instances of these articles are:')
595         for device in art.devices:
596             print(f'{device.code:>20} stored at {device.responsibility}\n'
597                  f'.location.name:<20}')
598     print("-" * 30)
599
600     del user1
601     del user2
602     del location1
603     del location2
604
605     try:
606         print(user1.name)
607     except Exception:
608         print("There's no user1, this is wanted and good")

```

```

608     print("-"*30)
609
610     users = session.query(User).all()
611     locations = session.query()
612
613     for user in users:
614         print(f"{user.uid:>5} {user.e_mail:>40} {user.phonenumber}\n"
615             f":<20> {user.location.name}")
616     print("-"*30)
617     print("Known responsibilities for these users are:")
618     for user in users:
619         for resp in user.responsibilities:
620             print(f" {str(resp.user):^30} {resp.device.code:^8} {resp.\n"
621                 f"location.name:^15} {resp.device.article.name:^30}")
622     for device in devices:
623         print(f" id={device.uid} name={device.article.name}")
624
625     session.commit()
626     session.close()

```

B.4 config.py

```

1 """Wrapper around configparser API for dict-like access"""
2
3 import builtins
4 import configparser
5 import re
6 import sys
7 from threading import Event, Thread
8
9 from utils import absolute_path
10
11
12 class ConfigParserDict(configparser.ConfigParser):
13     """Allow dict-like access to config items with main as standard-\n
14         section"""
15     def __init__(self, config_file=absolute_path("config.ini")):
16         super().__init__()
17         self.config_file = config_file

```

```

17
18     @staticmethod
19     def _key_conv(key):
20         """Convert an index-key into section and key"""
21         if type(key) == tuple:
22             section, key = key
23         else:
24             section = "main"
25         return section, key
26
27     @staticmethod
28     def _autotype(val):
29         """Converts string of type f"{type(val)}{val}" to type(val)"""
30         match = re.match(r"<class'(?P<type>.*)'>(?P<val>.*)", val)
31         type_ = match.group("type")
32         val = match.group("val")
33         if type_ == "bool" and val=="False":
34             return False
35         return getattr(builtins, type_)(val)
36
37     def __getitem__(self, key):
38         section, key = self._key_conv(key)
39         return self._autotype(self.get(section, key))
40
41     def __setitem__(self, key, value):
42         section, key = self._key_conv(key)
43         value = f"{type(value)}{value}"
44         try:
45             self.set(section, key, value)
46         except configparser.NoSectionError:
47             self.add_section(section)
48             self.set(section, key, value)
49
50     def flush(self):
51         with open(self.config_file, "w") as f:
52             self.write(f)
53
54     def read(self):
55         return super().read(self.config_file)
56

```

```

57 config = ConfigParserDict()
58 if not config.config_file.exists():
59     if "win32" in sys.platform:
60         path = str.title(str(absolute_path("qr_codes")))
61     else:
62         path = str(absolute_path("qr_codes"))
63
64 config["mirror"] = True
65 config["qr_path"] = path
66 config["timeout"] = 15.0
67 config.flush()
68 config.read()
69
70
71 class SettingsManger(Thread):
72     def __init__(self, video_ui_sync_1, video_ui_sync_2, videostream):
73         super().__init__(name=f"{self.__class__}Thread_{id(\\"
74             self)}")
75         self.video_ui_sync_1 = video_ui_sync_1
76         self.video_ui_sync_2 = video_ui_sync_2
77         self.videostream = videostream
78         self.event = Event()
79         self.daemon = True
80
81     def run(self):
82         while True:
83             self.event.wait()
84             self.event.clear()
85             config.read()
86             self.videostream.mirror = config["mirror"]

```

B.5 keys.py

```

1 """Generation and reading of RSA keys for asymmetric encryption"""
2
3 try:
4     from Cryptodome.Cipher import PKCS1_OAEP
5     from Cryptodome.PublicKey import RSA
6 except ImportError as e:
7     try:

```

```

8         from Crypto.Cipher import PKCS1_OAEP
9         from Crypto.PublicKey import RSA
10        except ImportError as err:
11            raise err
12
13 from utils import absolute_path
14
15 PUBLIC_KEY_PATH = absolute_path("pub.key")
16
17 def generate_key(path_public, path_private):
18     """Generate new RSA key-pair and save it to the given paths
19
20     Args:
21         path_public: Path where the public-key should be stored
22         path_private: Path where the private-key should be stored
23     """
24     key = RSA.generate(4096)
25     with open(path_public, "wb") as f:
26         f.write(key.publickey().exportKey())
27     with open(path_private, "wb") as f:
28         f.write(key.exportKey())
29
30
31 def read_keys(path_public, path_private):
32     """Read a key-pair from the given paths and build ciphers from it
33
34     Args:
35         path_public: Path where the public-key is stored
36         path_private: Path where the private-key is stored
37
38     Returns:
39         (PKCS1_OAEP-cipher from public-key, PKCS1_OAEP-decipher \
40             from private-key)
41     """
42     with open(path_public, "rb") as f:
43         publickey = RSA.importKey(f.read())
44     with open(path_private, "rb") as f:
45         privatekey = RSA.importKey(f.read())
46     cipher = PKCS1_OAEP.new(publickey)
47     decipher = PKCS1_OAEP.new(privatekey)

```

```
47     return cipher, decipher
```

B.6 logger.py

```
1 """logging interface for consistent formatting"""
2
3 import logging
4
5 from utils import absolute_path
6
7 handler = logging.FileHandler(filename=absolute_path("protocol.log"))
8 formatter = logging.Formatter(
9     fmt='{asctime} [{levelname:8}] {module:>20}.{funcName:30} \\\n
10        message} ' ,
11        style="",
12        datefmt="%Y-%m-%dT%H:%m:%S")
13
14 handler.setFormatter(formatter)
15 logger = logging.getLogger()
16 logger.addHandler(handler)
17 logger.setLevel(logging.INFO)
18
19 del handler
20 del formatter
```

B.7 main.py

```
1 """main module that ties everything together"""
2 __version__ = "0.3.0"
3
4 import logging
5 import pathlib
6 import sys
7 from time import sleep
8
9 from PyQt5.QtWidgets import QApplication
10
11 from barcodereader import LazyVideoStream, VideoStream
12 from classes import VideoStreamUISync, Timeout
```

```

13 from config import config, SettingsManger
14 import keys
15 from logger import logger
16 import ui
17 from utils import absolute_path
18
19 if "win32" in sys.platform:
20     import ctypes
21     try:
22         app_id = f"Padcon.TUInventory.DesktopApp.{__version__}"
23         ctypes.windll.shell32.SetCurrentProcessExplicitAppUserModelID(\ 
24             app_id)
25     except AttributeError as e:
26         logger.debug(str(e))
27
28 class Dummy():
29     pass
30
31
32 def main():
33     public_key_path = keys.PUBLIC_KEY_PATH
34     if not public_key_path.exists():
35         private_key_path = absolute_path("priv.key")
36         keys.generate_key(public_key_path, private_key_path)
37     app = QApplication(sys.argv)
38     dialog_main = ui.MainDialog()
39     dialog_main.showMaximized()
40
41     try:
42         videostream = LazyVideoStream()
43         videostream.mirror = config["mirror"]
44         videostream.start()
45         logger.info(f"Camera {videostream.camera_id} successfully \
46             opened")
47         video_ui_sync_1 = VideoStreamUISync(
48             dialog_main.ui.videoFeed, videostream,
49             dialog_main.code_recognized, "frames")
50         video_ui_sync_2 = VideoStreamUISync(
51             dialog_main.ui.videoFeed, videostream,

```

```

51         dialog_main.code_recognized, "codes")
52     video_ui_sync_1.start()
53     video_ui_sync_2.start()
54     logger.info("Connected Camera to UI")
55 except IOError as e:
56     logger.error(str(e))
57     videostream = Dummy()
58     video_ui_sync_1 = Dummy()
59     video_ui_sync_2 = Dummy()
60
61 settings_manager = SettingsManger(video_ui_sync_1, video_ui_sync_2 \
62 , videostream)
63 settings_manager.start()
64 dialog_main.settings_event = settings_manager.event
65 return app.exec_()
66
67 if __name__ == "__main__":
68     # Profiling via terminal
69     # import cProfile
70     # cProfile.run("main()", sort="time")
71
72 sys.exit(main())

```

B.8 pydoc.sh

```

1 #!/bin/bash
2
3 pydoc -w barcodereader
4 pydoc -w classes
5 pydoc -w config
6 pydoc -w keys
7 pydoc -w logger
8 pydoc -w main
9 pydoc -w qr_generator
10 pydoc -w slots
11 pydoc -w ui
12 pydoc -w unittests
13 pydoc -w utils

```

B.9 qr_generator.py

```
1 """Handles QR-Code generation"""
2
3 from logger import logger
4 import re
5
6 import qrcode
7 import qrcode.image.svg as svg
8
9 def generate_qr(device, path):
10     """Generate the QR-Code for a given device and store it locally as\
11         svg"""
12     qr = qrcode.QRCode(
13         version=None,
14         error_correction=qrcode.constants.ERROR_CORRECT_H,
15         box_size=20,
16         border=6)
17     code = f"id={device.uid} name={device.article.name}"
18     qr.add_data(code)
19     qr.make(fit=True) # autosize according to data
20
21     filetype = re.match(r".*\.(?P<filetype>.*$)", str(path), re.\
22                         IGNORECASE)\.
23         group("filetype").lower() # could probably also use .suffix \
24         of Path object
25     if filetype == "svg":
26         img = qr.make_image(image_factory=svg.SvgPathFillImage)
27     else:
28         raise NotImplementedError("See qrcode-docs at https://pypi.org/\
29             /project/qrcode/_to_see_how_to_install_additional_formats"\
30             , filetype)
31     img.save(str(path))
32     logger.info(f"Successfully created and saved qr-code for {device.\
33                 uid}")
34
35 if __name__=="__main__":
36     import pathlib
37     class TestArticle():
38         def __init__(self, name):
```

```

34         self.name = name
35 class TestDevice():
36     def __init__(self, uid, code, article):
37         self.uid = uid
38         self.code = code
39         self.article = article
40     article = TestArticle("Article")
41     device = TestDevice(10, "", article)
42     generate_qr(device, pathlib.Path("test.svg"))

```

B.10 slots.py

```

1 from functools import wraps
2 from secrets import choice, compare_digest
3 from string import ascii_letters, digits
4
5 import sqlalchemy
6
7 import classes
8 import keys
9 from logger import logger
10
11
12 CSession = classes.setup_context_session(classes.engine)
13
14
15 def synchronized(function):
16     """Function-decorator to automatically add the instance a function\
17         returns to DB"""
18     @wraps(function)
19     def synchronized_function(*args, **kwargs):
20         instance = function(*args, **kwargs)
21         try:
22             save_to_db(instance)
23         except sqlalchemy.exc.IntegrityError: # uid already in db
24             raise classes.IntegrityError(str(args) + str(kwargs))
25         return instance
26     return synchronized_function
27

```

```

28 def save_to_db(instance):
29     """Save instance to it's corresponding table"""
30     with CSession() as session:
31         session.add(instance)
32
33
34 @synchronized
35 def create_user(*args, **kwargs):
36     """Create a new user"""
37     new_user = classes.User(*args, **kwargs)
38     return new_user
39
40
41 @synchronized
42 def create_admin(*args, **kwargs):
43     """Create a new admin"""
44     new_admin = classes.User(*args, **kwargs)
45     new_admin.is_admin = True
46     return new_admin
47
48
49 def login(e_mail, password):
50     """Log user into application
51     Checks if there's a user of given name in the database,
52     if the given password is correct and returns the user if both is \
53     the case
54     Args:
55         e_mail (str): e_mail of the user that wants to log in
56         password (str): user provided password to check against
57     """
58     e_mail = e_mail.lower()
59     with CSession() as session:
60         try:
61             user = session.query(classes.User).filter_by(e_mail=e_mail) \
62                 .first()
63             user_at_gate = classes.User(e_mail, password, salt=user. \
64                 salt)
65             if compare_digest(user_at_gate.password, user.password):
66                 session.expunge(user)
67                 logger.info(f"Successfully logged in as {user.uid}")

```

```

65         return user
66     else:
67         logger.info(f"Attempted login with wrong password for user {e_mail}")
68     return None
69 except (AttributeError, ValueError) as e: #user not found \
    exception
70     logger.info(f"Attempted login from unknown user {e_mail}")
71     raise ValueError(f"Attempted login from unknown user {e_mail}")

72
73
74 def logout():
75     """Log user out of application"""
76     pass
77
78
79 @synchronized
80 def create_device(article):
81     new_device = classes.Device()
82     new_device.article = article
83     return new_device
84
85
86 @synchronized
87 def create_article(*args, **kwargs):
88     return classes.Article(*args, **kwargs)
89
90
91 @synchronized
92 def create_location(*args, **kwargs):
93     return classes.Location(*args, **kwargs)
94
95
96 @synchronized
97 def create_producer(*args, **kwargs):
98     return classes.Producer(*args, **kwargs)
99
100
101 def generate_password(len_=15):

```

```

102     """Generate an human readable password of given length"""
103     alphabet = ascii_letters
104     without = list("00Il")
105     pw_chars = alphabet + digits + "!,:.-_+-*()[]{}$%=?âŽ#,'~Ã§Ã§Ã&""
106     pw_chars = "".join((letter for letter in pw_chars if letter not in\
107                           without))
108     pw = "".join((choice(pw_chars) for i in range(len_)))
109     return pw
110
111 def reset_password(user):
112     user.salt = user.new_salt()
113     password = generate_password()
114     user.hash(password)
115     return password
116
117
118 def reset_admin_password(user, path_public, path_private):
119     try:
120         cipher, decipher = keys.read_keys(path_public, path_private)
121     except ValueError:
122         raise ValueError(f"Invalid RSA private key at {path_private}!")
123     text = b"True"
124     ciphertext = cipher.encrypt(text)
125     if compare_digest(decipher.decrypt(ciphertext), text):
126         keys.generate_key(path_public, path_private)
127         new_password = reset_password(user)
128         return new_password
129     else:
130         return None
131
132
133 if __name__ == "__main__":
134     from datetime import datetime
135
136     with CSession() as session:
137         loc = session.query(classes.Location).first()
138         session.add(loc)
139

```

```

140     print(list(map(lambda x: str(x), loc.users)))
141
142     user = create_user(str(datetime.now()), "password", "name", "\\\n"
143                         "surname", "94123\u202212315-123")
144
145     with CSession() as session:
146         session.add(user)
147         session.add(loc)
148         user.location = loc
149
150     print(user.uid)
151     print(user.location.uid)
152
153     with CSession() as session:
154         session.add(user)
155         session.add(loc)
156         user.name = "updated"
157
158     admin = create_admin(str(datetime.now()), "password", "name", "\\\n"
159                         "surname", "94123\u202212315-123")
160     print(admin.is_admin)
161
162     with CSession() as session:
163         article = session.query(classes.Article).first()
164         session.add(article)
165         session.add_all(article.devices)
166
167     list(map(print, article.devices))

```

B.11 ui.py

```

1 """PyQt5 UI classes and linking to slots"""
2
3 import os
4 import pathlib
5 import re
6 import sys
7
8 from PyQt5 import uic, QtCore, QtGui, QtWidgets
9 from PyQt5.QtGui import QColor, QIcon, QPainter, QPen

```

```

10 from PyQt5.QtCore import QSize, Qt, pyqtSignal
11 from PyQt5.QtWidgets import QFileDialog, QPushButton, QStyle
12
13 import classes
14 from config import config
15 import keys
16 from logger import logger
17 import slots
18 import utils
19 from qr_generator import generate_qr
20
21 CSession = classes.setup_context_session(classes.engine)
22
23
24 class MainDialog(QtWidgets.QMainWindow):
25     code_recognized = pyqtSignal(str)
26
27     def __init__(self, parent=None):
28         path = utils.absolute_path("mainScaling.ui")
29         super().__init__(parent)
30         self.ui = uic.loadUi(path, self)
31         self.logged_in_user = None
32         self.savepath = None
33         self.set_tree()
34         self.set_combobox_location_u()
35         self.set_combobox_location_u_admin()
36         self.set_combobox_location_d()
37         self.set_combobox_producer_a()
38         self.set_combobox_producer_d()
39         self.set_combobox_device_user()
40         self.set_combobox_device_location()
41         self.set_combobox_article_d()
42         self.set_combobox_user_d()
43         self.set_combobox_user_admin()
44         self.setMouseTracking(True)
45
46         self.ui.rb_mirror_yes.setChecked(config["mirror"])
47         self.ui.rb_mirror_no.setChecked(not config["mirror"])
48
49         self.t_path_device.setText(config["qr_path"])

```

```

50
51     icon = QtGui.QIcon()
52     icon_path = utils.absolute_path("pictures/TUI_Logo.png")
53     icon.addFile(f"{icon_path}", QtCore.QSize(256,256))
54     self.setWindowIcon(icon)
55
56     self.ui.b_user_login.clicked.connect(self.b_user_login_click)
57     self.ui.b_create_new_qrcode.clicked.connect(self.\
58         b_create_new_qrcode_click)
59     self.ui.b_user_logout.clicked.connect(self.b_user_logout_click\
59     )
60     self.ui.b_home_1.clicked.connect(self.b_home_1_click)
61     self.ui.b_user_change.clicked.connect(self.b_user_change_click\
61     )
62     self.ui.b_user_change_admin.clicked.connect(self.\\
62         b_user_change_admin_click)
63     self.ui.b_user_reset_admin.clicked.connect(self.reset_password\
63     )
64     self.ui.b_save_device.clicked.connect(self.b_save_device_click\
64     )
65     self.ui.b_change_device.clicked.connect(self.\\
65         b_change_device_click)
66     self.ui.b_delete_device.clicked.connect(self.\\
66         b_delete_device_click)
67     self.ui.b_create_device.clicked.connect(self.\\
67         b_create_device_click)
68     self.ui.b_create_article.clicked.connect(self.\\
68         b_create_article_click)
69     self.ui.b_create_producer.clicked.connect(self.\\
69         b_create_producer_click)
70     self.ui.b_qr_path.clicked.connect(self.b_qr_path_click)
71     self.ui.b_save_settings.clicked.connect(self.mirror_setting)
72     self.ui.b_tab_1.clicked.connect(self.b_tab_1_click)
73     self.ui.b_tab_2.clicked.connect(self.b_tab_2_click)
74     self.ui.b_tab_3.clicked.connect(self.b_tab_3_click)
75     self.ui.b_tab_4.clicked.connect(self.b_tab_4_click)
76     self.ui.b_tab_5.clicked.connect(self.b_tab_5_click)
77     self.ui.in_phone.textChanged.connect(self.set_phonenumber)
78     self.ui.in_phone_admin.textChanged.connect(self.\\
78         set_phonenumber)

```

```

78     self.ui.cb_producer_d.currentIndexChanged.connect(self.\
79         reload_combobox_article_d)
80     self.ui.cb_user_admin.currentIndexChanged.connect(self.\\
81         reload_user_change)
82
83     foldericon_path = utils.absolute_path("pictures/folder.png")
84     self.ui.b_save_device.setIcon(QtGui.QIcon(f"{foldericon_path}"\
85         ))
86     self.ui.b_save_device.setIconSize(QtCore.QSize(20,20))
87     self.ui.b_qr_path.setIcon(QtGui.QIcon(f"{foldericon_path}"))
88     self.ui.b_qr_path.setIconSize(QtCore.QSize(20,20))
89
90     self.setAutoFillBackground(True) # background / white
91     p = self.palette()
92     p.setColor(self.backgroundRole(), Qt.white)
93     self.setPalette(p)
94
95     palette1 = self.line_1.palette()
96     role1 = self.line_1.backgroundRole()
97     palette1.setColor(role1, QColor('blue'))
98     self.ui.line_1.setPalette(palette1)
99     self.ui.line_1.setAutoFillBackground(True)
100
101    palette2 = self.line_2.palette()
102    role2 = self.line_2.backgroundRole()
103    palette2.setColor(role2, QColor('blue'))
104    self.ui.line_2.setPalette(palette2)
105    self.ui.line_2.setAutoFillBackground(True)
106
107    palette3= self.line_3.palette()
108    role3 = self.line_3.backgroundRole()
109    palette3.setColor(role3, QColor('blue'))
110    self.ui.line_3.setPalette(palette3)
111    self.ui.line_3.setAutoFillBackground(True)
112
113    palette4 = self.line_4.palette()
114    role4 = self.line_4.backgroundRole()
115    palette4.setColor(role4, QColor('blue'))
116    self.ui.line_4.setPalette(palette4)
117    self.ui.line_4.setAutoFillBackground(True)

```

```

115
116     palette5 = self.line_5.palette()
117     role5 = self.line_5.backgroundRole()
118     palette5.setColor(role5, QColor('blue'))
119     self.ui.line_5.setPalette(palette5)
120     self.ui.line_5.setAutoFillBackground(True)
121
122     palette7 = self.bottom_frame.palette()
123     role7 = self.bottom_frame.backgroundRole()
124     palette7.setColor(role7, QColor('blue'))
125     self.ui.bottom_frame.setPalette(palette7)
126     self.ui.bottom_frame.setAutoFillBackground(True)
127     self.ui.bottom_frame.setStyleSheet("color:\u00e9white")
128
129     self.ui.stackedWidget.setCurrentIndex(0)
130     self.ui.line_1.show()
131     self.ui.line_2.hide()
132     self.ui.line_3.hide()
133     self.ui.line_4.hide()
134     self.ui.line_5.hide()
135     self.update_user_dependant()
136     self.code_recognized.connect(self.recognized_barcode)
137
138     self.ui.t_setting_timeout.setText(str(config["timeout"]))
139     self.ui.t_setting_qr_path.setText(config["qr_path"])
140
141
142     def status_bar_text(self, text, time, color):
143         """Status bar"""
144         self.ui.label_status.setStyleSheet(f"color:\u00e9{color}")
145         self.ui.label_status.setText(text)
146         self.timeout = classes.Timeout(time, MainDialog.\
147             status_bar_clear, self)
148         self.timeout.start()
149
150     def status_bar_clear(self):
151         self.ui.label_status.setStyleSheet("color:\u00e9black")
152         self.ui.label_status.setText("")
153
154     def mirror_setting(self):

```

```

154     """Save settings to config.ini"""
155     if self.ui.rb_mirror_yes.isChecked():
156         mirror = True
157     else:
158         mirror = False
159
160     timeout = float(self.ui.t_setting_timeout.text())
161     if timeout < 1.9:
162         timeout = config["timeout"]
163         self.status_bar_text("Bitte geben Sie einen Wert von \\\n"
164                             "mindestens zwei Minuten ein", 4, "red")
165     return
166
167     qr_path = self.ui.t_setting_qr_path.text()
168
169     settings = [mirror, timeout, qr_path]
170     conf = [config["mirror"], config["timeout"], config["qr_path"]\n
171             ]
172
173     if not all(True if x==y else False for (x,y) in zip(settings, \
174                                                        conf)):          #check if changes are made
175         config["mirror"] = mirror
176         config["timeout"] = timeout
177         config["qr_path"] = qr_path
178         config.flush()
179         self.status_bar_text("Ihre Einstellungen wurden \\\n"
180                             "erfolgreich gespeichert", 3, "green")
181         self.t_path_device.setText(config["qr_path"])
182         self.settings_event.set()
183     else:
184         self.status_bar_text("Es wurden keine Änderungen \\\n"
185                             "vorgenommen", 3, "green")
186
187     def b_qr_path_click(self):
188         """Show selected path in textbox"""
189         qr_path = QtWidgets.QFileDialog.getExistingDirectory(self, "\\\n"
190                                         "Bitte wählen Sie ein Verzeichnis")
191         if qr_path:
192             self.t_setting_qr_path.setText(qr_path)

```

```
188     def b_home_1_click(self):
189         self.ui.stackedWidget.setCurrentIndex(0)
190         self.ui.line_1.show()
191         self.ui.line_2.hide()
192         self.ui.line_3.hide()
193         self.ui.line_4.hide()
194         self.ui.line_5.hide()
195
196     def b_tab_1_click(self):
197         self.ui.stackedWidget.setCurrentIndex(0)
198         self.ui.line_1.show()
199         self.ui.line_2.hide()
200         self.ui.line_3.hide()
201         self.ui.line_4.hide()
202         self.ui.line_5.hide()
203
204     def b_tab_2_click(self):
205         self.ui.stackedWidget.setCurrentIndex(1)
206         self.ui.line_1.hide()
207         self.ui.line_2.show()
208         self.ui.line_3.hide()
209         self.ui.line_4.hide()
210         self.ui.line_5.hide()
211
212     def b_tab_3_click(self):
213         self.ui.stackedWidget.setCurrentIndex(2)
214         self.ui.line_1.hide()
215         self.ui.line_2.hide()
216         self.ui.line_3.show()
217         self.ui.line_4.hide()
218         self.ui.line_5.hide()
219
220     def b_tab_4_click(self):
221         self.ui.line_1.hide()
222         self.ui.line_2.hide()
223         self.ui.line_3.hide()
224         self.ui.line_4.show()
225         self.ui.line_5.hide()
226         self.ui.stackedWidget.setCurrentIndex(4)
```

```

227     if self.logged_in_user:                      # check if \
228         logged in user is admin
229         if self.logged_in_user.is_admin:
230             self.ui.stackedWidget.setCurrentIndex(3)
231
232     def b_tab_5_click(self):
233         self.ui.stackedWidget.setCurrentIndex(5)
234         self.ui.line_1.hide()
235         self.ui.line_2.hide()
236         self.ui.line_3.hide()
237         self.ui.line_4.hide()
238         self.ui.line_5.show()
239
240     def set_tree(self):
241         """Fill main screen treeWidget"""
242         self.treeWidget.clear()
243         with CSession() as session:
244             locations = session.query(classes.Location).all()
245             locations.sort(key=lambda loc: loc.name)
246             for location in locations:
247                 users = session.query(classes.User).join(classes.\
248                     Responsibility).\
249                     filter_by(location=location).all()
250             users.sort(key=lambda user: str(user))
251             if users:
252                 location_item = QtWidgets.QTreeWidgetItem([str(\
253                     location.name)])
254                 self.treeWidget.addTopLevelItem(location_item)
255             else:
256                 continue
257             for user in users:
258                 devices = session.query(classes.Device).join(\
259                     classes.Responsibility).\
260                     filter_by(user=user, location=location).all()
261                 user_item = QtWidgets.QTreeWidgetItem([str(user)])
262                 devices.sort(key=lambda device: str(device))
263                 location_item.addChild(user_item)
264                 for device in devices:
265                     device_item = QtWidgets.QTreeWidgetItem([str(\
266                         device)])

```

```

262                     user_item.addChild(device_item)
263
264     def set_combobox_location_u(self):
265         """Fill Location ComboBox for User creation"""
266         self.cb_location_u.clear()
267         with CSession() as session:
268             locations = session.query(classes.Location).all()
269             locations.sort(key=lambda location: str(location))
270             for location in locations:
271                 self.cb_location_u.addItem(location.name)
272
273     def set_combobox_location_u_admin(self):
274         """Fill Location ComboBox for User creation"""
275         self.cb_location_u_admin.clear()
276         with CSession() as session:
277             locations = session.query(classes.Location).all()
278             locations.sort(key=lambda location: str(location))
279             for location in locations:
280                 self.cb_location_u_admin.addItem(location.name)
281
282     def set_combobox_location_d(self):
283         """Fill Location ComboBox for Device creation"""
284         self.cb_location_d.clear()
285         with CSession() as session:
286             locations = session.query(classes.Location).all()
287             locations.sort(key=lambda location: str(location))
288             for location in locations:
289                 self.cb_location_d.addItem(location.name)
290
291     def set_combobox_producer_a(self):
292         """Fill Producer ComboBox for Article creation"""
293         self.cb_producer_a.clear()
294         with CSession() as session:
295             producers = session.query(classes.Producer).all()
296             producers.sort(key=lambda producer: str(producer.name))
297             for producer in producers:
298                 self.cb_producer_a.addItem(producer.name)
299
300     def set_combobox_producer_d(self):
301         """Fill Producer ComboBox for Device creation"""

```

```

302         self.cb_producer_d.clear()
303         self.cb_producer_d.addItem("")
304         with CSession() as session:
305             producers = session.query(classes.Producer).all()
306             producers.sort(key=lambda producer: str(producer.name))
307             for producer in producers:
308                 self.cb_producer_d.addItem(producer.name)
309
310     def set_combobox_article_d(self):
311         """Fill Article ComboBox for Device creation"""
312         self.cb_article_d.clear()
313         with CSession() as session:
314             articles = session.query(classes.Article).all()
315             for article in articles:
316                 self.cb_article_d.addItem(article.name)
317
318     def reload_combobox_article_d(self):
319         """Change article depending on selected Producer"""
320         self.cb_article_d.clear()
321         with CSession() as session:
322             articles = session.query(classes.Article).all()
323             producers = session.query(classes.Producer).all()
324             selected_producer = self.cb_producer_d.currentText()
325             if selected_producer:
326                 for producer in producers:
327                     if producer.name == selected_producer:
328                         self.producerXY = producer.uid
329                         print (self.producerXY)
330                 for article in articles:
331                     if article.producer_uid == self.producerXY:
332                         self.cb_article_d.addItem(article.name)
333             else:
334                 for article in articles:
335                     self.cb_article_d.addItem(article.name)
336
337     def set_combobox_device_user(self):
338         """Fill User ComboBox for QR-Code readings"""
339         self.cb_device_user.clear()
340         self.cb_device_user.addItem("")
341         with CSession() as session:

```

```

342         users = session.query(classes.User).all()
343         for user in users:
344             self.cb_device_user.addItem(f"{user.uid}{str(user)}")
345
346     def set_combobox_device_location(self):
347         """Fill Location ComboBox for QR-Code readings"""
348         self.cb_device_location.clear()
349         self.cb_device_location.addItem("")
350         with CSession() as session:
351             locations = session.query(classes.Location).all()
352             locations.sort(key=lambda location: str(location))
353             for location in locations:
354                 self.cb_device_location.addItem(location.name)
355
356     def set_combobox_user_d(self):
357         """Fill User ComboBox for Device creation"""
358         self.cb_user_d.clear()
359         self.cb_user_d.addItem("")
360         with CSession() as session:
361             users = session.query(classes.User).all()
362             for user in users:
363                 self.cb_user_d.addItem(f"{user.uid}{str(user)}")
364
365     def set_combobox_user_admin(self):
366         """Fill User ComboBox for User change"""
367         self.cb_user_admin.clear()
368         self.cb_user_admin.addItem("")
369         with CSession() as session:
370             users = session.query(classes.User).all()
371             for user in users:
372                 self.cb_user_admin.addItem(f"{user.uid}{str(user)}")
373
374     def reload_user_change(self):
375         """Fill TextBoxes for User change"""
376         with CSession() as session:
377             users = session.query(classes.User).all()
378             selected_user = self.cb_user_admin.currentText()
379             if selected_user == "":
380                 self.in_name_admin.setText("")
381                 self.in_surname_admin.setText("")

```

```

382         self.in_email_admin.setText("")
383         self.in_phone_admin.setText("")
384         return
385     user_uid = int(selected_user.split(" ")[0])
386     if user_uid == self.logged_in_user.uid:
387         self.checkBox.setEnabled(False)
388     else:
389         self.checkBox.setEnabled(True)
390
391     for user in users:
392         if user.uid == user_uid:
393             self.in_name_admin.setText(user.name) # fill \
394                                         textEdits for UserChange
395             self.in_surname_admin.setText(user.surname)
396             self.in_email_admin.setText(user.e_mail)
397             self.in_phone_admin.setText(str(user.phonenumber))
398             self.cb_location_u_admin.setCurrentIndex(user.\
399                                         location_uid)
400
401             if user.is_admin:
402                 self.checkBox.setCheckState(2)
403             else:
404                 self.checkBox.setCheckState(0)
405
406     def set_phonenumber(self, str_):
407         """Set reference PhoneNumber display on User creation tab
408         to PhoneNumber representation of str_
409         Args:
410             str_(str): str_ to try and interpret as PhoneNumber
411         """
412         if str_:
413             try:
414                 text = str(classes.PhoneNumber(str_))
415             except classes.PhoneNumber.NoNumberFoundWarning:
416                 text = "Es konnte keine Nummer erkannt werden. \
417                         Empfohlene Syntax ist: Vorwahl Benutzernummer - \
418                         Durchwahl"
419         else:
420             text = "Bitte geben Sie Ihre Telefonnummer ein."
421         self.out_phone.setText(text)

```

```

418         self.out_phone_admin.setText(text)
419
420     def b_user_login_click(self):
421         """Login button click"""
422         LoginDialog(self).exec()
423         self.update_user_dependant()
424         if self.logged_in_user:
425             # logger.info(f"Logged in as {self.logged_in_user}") # \
426             # already logged in login
427             self.timeout = classes.Timeout(
428                 config["timeout"]*60,
429                 lambda signal: signal.emit(True),
430                 self.ui.b_user_logout.clicked)
431             self.timeout.start()
432
433     def b_user_logout_click(self, timed_out=False):
434         """Logout button click - also handles timeouts via timed_out \
435         flag
436         Args:
437             timed_out(bool): Set to True to handle logout as one \
438             rooted in timeout
439             """
440         if timed_out:
441             self.timed_out()
442         self.logged_in_user = None # may want to use slots.logout if \
443             # that does something eventually
444         self.update_user_dependant()
445         self.timeout.function = None
446         del self.timeout
447         self.in_name.setText("")
448         self.in_surname.setText("")
449         self.in_email.setText("")
450         self.in_phone.setText("")
451
452     def timed_out(self):
453         logger.info(f"User {self.logged_in_user.uid} logged out due to \
454             inactivity")
455
456         self.status_bar_text("Sie wurden wegen Inaktivitt automatisch \
457             ausgelogg!", 5, "red")

```

```

452
453     self.in_name.setText(" ")
454     self.in_surname.setText(" ")
455     self.in_email.setText(" ")
456     self.in_phone.setText(" ")
457
458     messagebox = QtWidgets.QMessageBox()
459     messagebox.setIcon(QtWidgets.QMessageBox.Information)
460     messagebox.setWindowTitle("Automatisch ausgeloggt")
461     messagebox.setText("Sie wurden wegen InaktivitÄt automatisch ausgeloggt!")
462     messagebox.setStandardButtons(QtWidgets.QMessageBox.Ok)
463     messagebox.exec_()
464
465     def update_user_dependant(self):
466         if self.logged_in_user:
467             self.ui.log_in_out.setCurrentIndex(1)
468             self.label.setText(str(self.logged_in_user))
469             self.status_bar_text(f"Sie sind jetzt als {self.\
470                             logged_in_user} angemeldet", 2, "green")
471             self.in_name.setText(self.logged_in_user.name)
472             self.in_surname.setText(self.logged_in_user.surname)
473             self.in_email.setText(self.logged_in_user.e_mail)
474             with CSession() as session:
475                 users = session.query(classes.User).all()
476                 userX = self.logged_in_user.name
477                 for user in users:
478                     if user.name == userX:
479                         self.in_phone.setText(str(user.phonenumber))
480
481                 if self.logged_in_user.is_admin:
482                     if self.ui.stackWidget.currentIndex() == 4:
483                         self.ui.stackWidget.setCurrentIndex(3)
484
485             else:
486                 self.ui.log_in_out.setCurrentIndex(0)
487                 self.label.setText(" ")
488                 if self.ui.stackWidget.currentIndex() == 3:
489                     self.ui.stackWidget.setCurrentIndex(4)

```

```

490
491     def mousePressEvent(self, QMouseEvent=None):
492         """Event that's called on mouse click"""
493         # print("Maus geklickt")
494         self.mouseMoveEvent()
495
496     def mouseMoveEvent(self, QMouseEvent=None):
497         """Event that's called on mouse move"""
498         """
499         if QMouseEvent is not None:
500             print("Maus bewegt")"""
501         if hasattr(self, "timeout"):
502             self.timeout.reset()
503
504     def b_user_change_click(self):
505         name = self.in_name.text()
506         surname = self.in_surname.text()
507         e_mail = self.in_email.text()
508         phonenumer = self.in_phone.text()
509         location = self.cb_location_u.currentText()
510         password_1 = self.in_password1.text()
511         password_2 = self.in_password2.text()
512         if password_1 == "" and self.logged_in_user:
513             password_1 = False # leave password as it
514             password_2 = False
515
516         locals_ = {key: value for (key, value) in locals().items() if \
517             key != "self"}
518         if "" in locals_.values():
519             self.not_all_fields_filled_notice()
520             return
521
522         if password_1 != password_2:
523             self.status_bar_text("Die Passwörter stimmen nicht überein", 5, "red")
524             return
525         else:
526             password = password_1
527
528         if self.logged_in_user:

```

```

528         user = self.logged_in_user
529     else:
530         user = classes.User(e_mail, password)
531
532     with CSession() as session:
533         session.add(user)
534     location = session.query(classes.Location).filter_by(name=\
535         location).first()
536     user.name = name
537     user.surname = surname
538     user.e_mail = e_mail
539     user.phonenumber = classes.PhoneNumber(phonenumber)
540     user.location = location
541     if self.logged_in_user and password:
542         user.hash(password)
543
544     if self.logged_in_user:
545         self.logged_in_user = user
546         logger.info(f"User {user} changed through UI")
547         self.status_bar_text(f"Benutzer {user} wurde erfolgreich \\
548             geÄndert", 5, "green")
549     else:
550         self.status_bar_text(f"Benutzer {user} wurde erfolgreich \\
551             angelegt", 5, "green")
552         logger.info(f"User {user} created through UI")
553
554     def b_user_change_admin_click(self):
555         user_to_change = self.cb_user_admin.currentText()
556         name = self.in_name_admin.text()
557         surname = self.in_surname_admin.text()
558         e_mail = self.in_email_admin.text()
559         phonenumber = self.in_phone_admin.text()
560         location = self.cb_location_u_admin.currentText()
561         locals_ = {key: value for (key, value) in locals().items() if \
562             key != "self"}
563         if "" in locals_.values():
564             self.not_all_fields_filled_notice()
565             return
566
567         user_to_change_uid = user_to_change.split(" ")[0]

```

```

564     with CSession() as session:
565         user = session.query(classes.User).filter_by(uid=\
566             user_to_change_uid).first()
567         location = session.query(classes.Location).filter_by(name=\
568             location).first()
569         user.name = name
570         user.surname = surname
571         user.e_mail = e_mail
572         user.phonenumber = classes.PhoneNumber(phonenumber)
573         user.location = location
574         user.is_admin = self.checkBox.isChecked()
575         session.add_all((user, location))

576     if self.logged_in_user.uid == user.uid:
577         self.logged_in_user = user
578         logger.info(f"User {user} changed through UI by admin {self.\
579             logged_in_user.uid}")
580         self.status_bar_text(f"Benutzer {user} wurde erfolgreich \\\
581             geÄndert", 5, "green")

582     def reset_password(self):
583         """Set new password and salt for user, push it to db and show \
584             it in UI"""
585         user_to_change = self.cb_user_admin.currentText()
586         password = self.in_password_admin.text()
587         if password == "":
588             password = False # autogenerate password
589         locals_ = {key: value for (key, value) in locals().items() if \
590             key != "self"}
591         if "" in locals_.values():
592             self.not_all_fields_filled_notice()
593             return
594
595         user_to_change_uid = user_to_change.split(" ")[0]
596         with CSession() as session:
597             user = session.query(classes.User).filter_by(uid=\
598                 user_to_change_uid).first()
599             session.add(user)
600             if password:
601                 user.hash(password)

```

```

597         else:
598             password = slots.reset_password(user)
599
600             self.in_password_admin.setText("")
601             messagebox = QtWidgets.QMessageBox()
602             messagebox.setIcon(QtWidgets.QMessageBox.Information)
603             messagebox.setWindowTitle(f"Neues Passwort fÃ¼r User {user.uid}\n")
604             messagebox.setText(f"Das neue Passwort fÃ¼r {user} ist {password}")
605             messagebox.setStandardButtons(QtWidgets.QMessageBox.Ok)
606             messagebox.exec_()
607
608     def b_save_device_click(self):
609         """Dialog to choose path for qr-codes"""
610         qr_path = QtWidgets.QFileDialog.getExistingDirectory(self, "\n    Bitte wÄhlen Sie ein Verzeichnis")
611         if qr_path:
612             self.t_path_device.setText(qr_path)
613
614     def b_change_device_click(self):
615         """Change Responsibility of a Device"""
616         new_location = self.cb_device_location.currentText() # gives \
617             location.name
618         new_user = self.cb_device_user.currentText() # gives 'user.\
619             uid user.surname user.name'
620         user_uid = int(new_user.split(" ")[0])
621         device = int(self.t_code_device.text().split(" ")[-1])
622
623         locals_ = {key: value for (key, value) in locals().items() if \
624             key != "self"}
625         if "" in locals_.values():
626             self.not_all_fields_filled_notice()
627             return
628
629         with CSession() as session:
630             resp = session.query(classes.Responsibility).join(classes.\
631                 Device).filter_by(uid=device).first()
632             location = session.query(classes.Location).filter_by(name=\
633                 new_location).first()

```

```

629         user = session.query(classes.User).filter_by(uid=user_uid)\n        .first()\n630     if self.logged_in_user:\n        if user.uid != self.logged_in_user.uid and not self.\n            logged_in_user.is_admin:\n            self.status_bar_text("Um GerÄte\u00e4 einem\u00e4 anderen\u00e4\n                Nutzer\u00e4 zuzuweisen\u00fci ist ein\u00e4 Administrator\u00e4 n\u00e4stig\\n",\n                5, "red")\n631             return\n632     else:\n            self.status_bar_text("Um GerÄte\u00e4 einem\u00e4 anderen\u00e4 Nutzer\u00e4\n                zuzuweisen\u00fci ist ein\u00e4 Administrator\u00e4 n\u00e4stig!", 5, "red\\n")\n633             return\n634     resp.location = location\n635     resp.user = user\n636     logger.info(f"Modified\u00e4 Responsibility\u00e4 for\u00e4 Device\u00e4 {resp.\\n}\n                    device.uid}")\n637     self.status_bar_text(f"Verantwortlichkeit\u00e4 f\u00e4r\u00e4 GerÄt\u00e4 {\\n}\n                    resp.device.uid} wurde\u00e4 bearbeitet", 5, "green")\n638\n639     def b_delete_device_click(self):\n640         """Delete device from database"""\n641         device = int(self.t_code_device.text().split("\u00d7")[-1])\n642         if device == "":\n643             self.not_all_fields_filled_notice()\n644             return\n645         if not self.logged_in_user:\n646             self.status_bar_text("Um GerÄte\u00e4 zu\u00e4 l\u00e4sschen\u00e4 m\u00e4ssen\u00e4 Sie\u00e4\n                angemeldet\u00e4 sein", 5, "red")\n647             return\n648         with CSession() as session:\n649             resp = session.query(classes.Responsibility).join(classes.\\n\n                    Device).filter_by(uid=device).first()\n650             session.delete(resp.device)\n651             session.delete(resp)\n652             logger.info(f"Deleted\u00e4 Device\u00e4 {resp.device.uid}")\n653             self.status_bar_text(f"GerÄt\u00e4 {resp.device.uid} wurde\u00e4 aus\u00e4\n                der\u00e4 Datenbank\u00e4 entfernt", 5, "green")\n654             self.t_code_device.setText("")\n655\n656\n657

```

```

658         self.t_code_user.setText("")
659         self.t_code_location.setText("")
660         self.set_tree()
661
662     def b_create_device_click(self): # todo: handle if logged in user \
663         is no admin and can't create devices for others
664         article = self.cb_article_d.currentText()
665         location = self.cb_location_d.currentText()
666         user = self.cb_user_d.currentText()
667         path = self.t_path_device.text()
668         locals_ = {key: value for (key, value) in locals().items() if \
669             key != "self"}
670         if "" in locals_.values():
671             self.not_all_fields_filled_notice()
672             return
673
674         path = pathlib.Path(path)
675         user_uid = int(user.split(" ")[0])
676         with CSession() as session:
677             article = session.query(classes.Article).filter_by(name=\
678                 article).first()
679             user = session.query(classes.User).filter_by(uid=user_uid) \
680                 .first()
681             location = session.query(classes.Location).filter_by(name=\
682                 location).first()
683             if self.logged_in_user:
684                 if user.uid != self.logged_in_user.uid and not self. \
685                     logged_in_user.is_admin:
686                     self.status_bar_text("Um GerÄte fÄr einen \u
687                         anderen Nutzer zu erzeugen ist ein \u
688                         Administrator nÄstig!", 5, "red")
689                     return
690             else:
691                 self.status_bar_text("Um GerÄte zu erzeugen mÄssen \u
692                     Sie eingeloggt sein", 5, "red")
693             return
694         device = classes.Device()
695         session.add(device)
696         device.article = article
697         resp = classes.Responsibility(device, user, location)

```

```

689         session.add(resp)
690         path = pathlib.Path(self.t_path_device.text())
691         if not re.match(r".*\.(?P<filetype>.*$)", str(path), re.\
692                         IGNORECASE):
693             path /= utils.normalize_filename(f"{device.uid}_{device.\
694                                             article.name}.svg")
695         if not utils.check_if_file_exists(path):
696             self.status_bar_text(f"{path} ist kein gültiger Pfad/eine\\\
697                                   bereits vorhandene Datei", 5, "red")
698         return
699     try:
700         generate_qr(device, path)
701     except NotImplementedError as e:
702         logger.error(str(e))
703         self.status_bar_text(f"Um {e[1]} Dateien zu speichern sind\\\
704                               weitere Pakete nötig. Das Standartformat ist svg", \
705                               10, "red")
706     else:
707         self.status_bar_text(f"Gerät erfolgreich angelegt. Der QR\\\
708                               -Code wurde unter {path} gespeichert", 10, "green")
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
999

```

```

719     filename = utils.normalize_filename(f"{device.uid}_{device}\n"
720                                         .article.name}.svg")
721     path = pathlib.Path(config["qr_path"])
722     path /= filename
723     if not utils.check_if_file_exists(path):
724         self.status_bar_text(f"{path} ist kein gültiger Pfad/\n"
725                               "eine bereits vorhandene Datei", 5, "red")
726     return
727     try:
728         generate_qr(device, path)
729     except NotImplementedError as e:
730         logger.error(str(e))
731         self.status_bar_text(f"Um {e[1]} Dateien zu speichern\n"
732                               "sind weitere Pakete nötig. Das Standartformat ist\n"
733                               "svg", 10, "red")
734     else:
735         self.status_bar_text(f"Der QR-Code wurde unter {config['qr_path']} gespeichert", 8, "green")
736
737 def b_create_article_click(self):
738     name = self.t_name_a.text()
739     producer_name = self.cb_producer_a.currentText()
740     locals_ = {key: value for (key, value) in locals().items() if \
741                 key != "self"}
742     if "" in locals_.values():
743         self.not_all_fields_filled_notice()
744     return
745     with CSsession() as session:
746         producer = session.query(classes.Producer)\n"
747             .filter_by(name=producer_name).first()
748     try:
749         slots.create_article(name=name, producer=producer)
750     except classes.IntegrityError as e:
751         logger.info(str(e))
752         self.status_bar_text(f'Artikel mit Name "{name}" existiert\n'
753                               'bereits', 5, "red")
754     else:
755         self.status_bar_text(f'Artikel "{name}" wurde angelegt', \
756                               5, "green")

```

```

751         self.t_name_a.setText("")
752         self.set_combobox_article_d()
753
754     def b_create_producer_click(self):
755         name = self.t_name_p.text()
756         try:
757             slots.create_producer(name=name)
758         except classes.IntegrityError as e:
759             logger.info(str(e))
760             self.status_bar_text(f'Produzent mit Namen "{name}" \u\
761             existiert\u00e4 bereits', 5, "red")
762         else:
763             self.status_bar_text(f'Produzent "{name}" wurde \u00e4ngelegt', \
764             5, "green")
765         self.t_name_p.setText("")
766         self.set_combobox_producer_d()
767         self.set_combobox_producer_a()
768
769     def not_all_fields_filled_notice(self):
770         """Show message that user hasn't filled all necessary fields
771         This could also be reworked to use signals and slots
772         """
773         self.status_bar_text("Bitte f\u00e4llen Sie alle Felder aus", 5, "\u\
774             red")
775
776     def recognized_barcode(self, str_):
777         """Slot that's called if the camera recognized a barcode"""
778         logger.info(f"Recognized\u00e4barcode: {str_}")
779         try:
780             match = re.search(r"id=(?P<id>\d+).*", str_)
781             # Could also match on r" id=(?P<id>\d+).*name=(?P<name>.*)" \
782             # to only recognize codes that contain name and uid
783             uid = match.group("id")
784         except AttributeError:
785             logger.info("Tried\u00e4scanning\u00e4external\u00e4code/code\u00e4with\u00e4wrong\u\
786             data")
787             return
788         with CSession() as session:
789             resp = session.query(classes.Responsibility).join(classes.\u
790             Device).filter_by(uid=uid).first()

```

```

785     if resp is None:
786         logger.info(f"Scanned device is not in Database {uid}"\
787                     )
788         return
789         self.t_code_device.setText(str(resp.device))
790         self.t_code_user.setText(str(resp.user))
791         self.t_code_location.setText(str(resp.location))
792         self.status_bar_text("Barcode erkannt", 2, "green")
793         logger.info("Successfully processed barcode")
794
795 class LoginDialog(QtWidgets.QDialog):
796
797     def __init__(self, parent=None):
798         path = utils.absolute_path("login.ui")
799         super().__init__(parent)
800         self.parent = parent
801         self.ui = uic.loadUi(path, self)
802         self.b_login.clicked.connect(self.b_login_click)
803         self.b_password_lost.clicked.connect(self.\
804                                         b_password_lost_click)
805
806     def b_login_click(self):
807         username = self.t_username.text()
808         password = self.t_password.text()
809         try:
810             self.parent.logged_in_user = slots.login(username, \
811                                             password)
812         except ValueError:
813             self.parent.status_bar_text(f'Benutzer "{username}" ist \
814                                         nicht bekannt', 5, "red")
815             self.close()
816
817
818 class ResetDialog(QtWidgets.QDialog):           # Dialog to select a \
819     filepath for password reset
820     filepath = ""

```

```

820     def __init__(self, parent=None):
821         path = utils.absolute_path("reset.ui")
822         super().__init__(parent)
823         self.parent = parent
824         self.ui = uic.loadUi(path, self)
825         self.b_browse.clicked.connect(self.b_browse_click)
826         self.b_password_reset.clicked.connect(self.\
827             b_password_reset_click)
828         self.b_password_close.clicked.connect(self.\\
829             b_password_close_click)
830         self.t_path.setText(self.filepath)
831         self.ui.b_browse.setIcon(QtGui.QIcon("pictures/folder.png"))
832         self.ui.b_browse.setIconSize(QtCore.QSize(20,20))
833
834     def b_browse_click(self):
835         self.filepath = QtWidgets.QFileDialog.getOpenFileName(self, '\
836             SingleFile')
837         self.t_path.setText(self.filepath[0])
838
839     def b_password_reset_click(self):
840         user = self.t_user.text()
841         path = self.t_path.text()
842         if "" in (user, path):
843             self.close()
844             self.parent.parent.not_all_fields_filled_notice()
845             ResetDialog(self.parent).exec()
846             return
847
848         private_path = pathlib.Path(path)
849         public_path = keys.PUBLIC_KEY_PATH
850         with CSession() as session:
851             user = session.query(classes.User).filter_by(e_mail=user).\\
852                 first()
853             session.add(user)
854             if not user:
855                 self.parent.parent.status_bar_text("Unbekannter\\"
856                     " Benutzer!", 5, "red")
857             return
858
859     try:

```

```

854         password = slots.reset_admin_password(user, \
855                                         public_path, private_path)
856     except ValueError as e:
857         logger.info(str(e))
858         self.parent.parent.status_bar_text("Ungültiger \u
859                                         Schlüssel!", 5, "red")
860     return
861 except FileNotFoundError as e:
862     logger.info(str(e))
863     self.parent.parent.status_bar_text(f"Keine gültige \u
864                                         Datei unter {private_path}!", 5, "red")
865     return
866
867 messagebox = QtWidgets.QMessageBox()
868 messagebox.setIcon(QtWidgets.QMessageBox.Information)
869 messagebox.setWindowTitle(f"Neues Passwort für User {user.uid}\u
870                                         ")
871 messagebox.setText(f"Das neue Passwort für {user} ist {\
872                                         password}")
873 messagebox.setStandardButtons(QtWidgets.QMessageBox.Ok)
874 messagebox.exec_()
875
876 self.close()
877 self.parent.close()
878
879 def b_password_close_click(self):
880     self.close()
881
882 if __name__ == "__main__":
883     app = QtWidgets.QApplication(sys.argv)
884     dialog_main = MainDialog()
885     dialog_login = LoginDialog()
886     dialog_save = ResetDialog()
887
888     dialog_main.show() # show dialog_main as modeless dialog => return \
889                         control back immediately
890
891     sys.exit(app.exec_())

```

B.12 unittests.py

```
1 import os
2 import random
3 import unittest
4
5
6 import classes
7 import utils
8
9
10 class TestUtils(unittest.TestCase):
11     def test_normalize_filename(self):
12         self.assertEqual(utils.normalize_filename(
13             "123abd.edg/(&(&(%Â§!14\uuuug\n1gj2141.pdf"),
14             "123abd.edg4---gj2141.pdf"))
15
16     def test_check_if_file_exists(self):
17         self.assertTrue(utils.check_if_file_exists("abc"))
18         with open("abc", "w") as f:
19             self.assertFalse(utils.check_if_file_exists("abc"))
20         os.remove("abc")
21
22
23 class TestTelephoneNumber(unittest.TestCase):
24     @classmethod
25     def phone_number(cls, string):
26         try:
27             pn = classes.PhoneNumber(string)
28         except Exception as e:
29             raise e
30         else:
31             return str(pn)
32
33     def test_basic_function(self):
34         self.assertEqual(self.phone_number("+049 9723 1234-123"), \
35                         "+049 9723 1234-123")
36
37     def test_non_conforming_input(self):
38         self.assertEqual(self.phone_number("09723 1234"), \
39                         "+049 9723 1234")
```

```

38         self.assertEqual(self.phone_number("09723\u002d1234\u002d56789-10"), "\\"+
39             +049\u002d9723\u002d123456789-10")
40         self.assertEqual(self.phone_number("09723\u002d1234\u002d56789+10"), "\\"+
41             +049\u002d9723\u002d123456789-10")
42     def test_text_input(self):
43         self.assertEqual(self.phone_number("My\u00a0telephonenumber\u00c9is:\u00a0\"+
44             09723\u002d1234.\u00a0Yes."), "+049\u002d9723\u002d1234")
45         self.assertEqual(self.phone_number("My\u00a0number\u00c9is\u00a00\u002d9723\u002d1234+1\u00a0\"+
46             \u00a0and\u00a0yours\u00c9is\u00a009723\u002d1234"), "+049\u002d9723\u002d1234-1")
47
48
49 if __name__ == "__main__":
50     try:
51         unittest.main()
52     except SystemExit:
53         pass

```

B.13 utils.py

```

1 """General utilities independet of the other modules"""
2
3 import pathlib
4 import os
5 from queue import Queue
6 import re
7 from threading import Thread
8
9
10 def absolute_path(relative_path):
11     """Convert a path relative to the sourcefile to an absolute one"""
12     path = pathlib.Path(os.path.dirname(__file__))
13     return path / relative_path
14
15
16 class _ParallelPrint(Thread):
17     """Provides a threadsafe print, instantiation below"""
18     print_ = Queue()
19     _created = False
20     def __init__(self):

```

```

21     if self._created:
22         raise ResourceWarning(f"{self.__class_._name_}_should_be_instantiated_once!")
23     super().__init__(name=f'{self.__class_._name_}Thread')
24     self.daemon = True
25     self.__class_._created = True
26
27     @classmethod
28     def run(cls):
29         while True:
30             val = cls.print_.get()
31             print(val)
32             cls.print_.task_done()
33
34     @classmethod
35     def __call__(cls):
36         raise ResourceWarning(f'{cls.__class_._name_}_should_only_be_instantiated_once!')
37
38
39 _ParallelPrint = _ParallelPrint()
40 _ParallelPrint.start()
41 parallel_print = _ParallelPrint.print_.put
42
43
44 def check_if_file_exists(path):
45     """Check whether a file already exists, create directories in path\
        that don't exist yet"""
46     try:
47         with open(path, "x"):
48             pass
49     except FileExistsError as e:
50         return False
51     except FileNotFoundError:
52         path.parents[0].mkdir(parents=True)
53         return True
54     else:
55         os.remove(path)
56         return True
57

```

```

58
59 def normalize_filename(string):
60     """Remove all non ASCII letters and digits from a string and
61     replace whitespaces with underscores keeping dots untouched"""
62     string = umlaut_converter(string)
63     segs = string.split(".")
64     for i, seg in enumerate(segs):
65         segs[i] = re.sub(r"\s", "_", segs[i])
66         segs[i] = re.sub(r"\W", "", seg, flags=re.ASCII)
67     return ".".join(segs)
68
69
70 def umlaut_converter(string):
71     """Convert all umlauts to their e-equivalent"""
72     return string.replace("Ã¤", "ae").replace("Ãš", "oe").replace("Ãž" \
        , "ue")

```

B.14 main.rs

```

1 use std::process::Command;
2
3 // Launcher for TUIInventory
4 fn main() {
5
6     // execute from "launcher/" or change path accordingly
7     let output = if cfg!(target_os = "windows") {
8         Command::new("cmd")
9             .args(&["/C"]) // "/Q" hides terminal but also prevents Qt\
10                -GUI from showing
11             .arg("python..../main.py")
12             .output()
13             .expect("Failed to execute process");
14     } else {
15         Command::new("sh")
16             .arg("-c")
17             .arg("python..../main.py")
18             .output()
19             .expect("Failed to execute process");
20     };
21     println!("{}: {}", output);

```

```
21 }
```

B.15 cargo.toml

```
1 [package]
2 name = "launcher"
3 version = "0.1.0"
4 authors = ["Stefan Volz <volzstefan97@googlemail.com>"]
5 edition = "2018"
6
7 [dependencies]
```

C Automatisch generierte Dokumentation

Als .html auf beiliegendem USB-Stick, alternativ über pydoc.sh aus dem Quellcode zu generieren.

D Literatur- und Quellenverzeichnis

Literatur

- [BO18] BLANDY, Jim ; ORENDORFF, Jason ; BLEIEL, Jeff (Hrsg.): *Programming Rust: Fast, Safe Systems Development.* 2. O'Reilly Media, 2018
<http://shop.oreilly.com/product/0636920040385.do>. – ISBN 978-1-491-92728-1
- [EK17] ERNEST, Johannes ; KAISER, Peter ; SCHEIBE, Anne (Hrsg.): *Python 3 - Das umfassende Handbuch.* 5. Rheinwerk Verlag, 2017
https://www.rheinwerk-verlag.de/python-3_4467/. – ISBN 978-3-8362-5864-7
- [KB18] KRYPCZYK, Veikko ; BOCHKOR, Olena ; POLL, Almut (Hrsg.) ; BECHTOLD, Simone (Hrsg.): *Handbuch fuer Softwareentwickler.* 1. Rheinwerk Verlag, 2018
https://www.rheinwerk-verlag.de/handbuch-fur-softwareentwickler_4329/. – ISBN 978-3-8362-4476-3
- [Gos19] GOSH, Sumit: Demystifying @decorators in Python. In: *Musings of Sumit Gosh* (2019). <https://sumit-ghosh.com/articles/demystifying-decorators-python/>
- [Rei18] REITZ, Kenneth: Picking a Python Interpreter (3 vs 2). In: *The Hitchhiker's Guide to Python* (2018). <https://docs.python-guide.org/starting/which-python/>
- [Bay18] BAYER, Michael: SQLAlchemy. In: *The Architecture of Open Source Applications 2* (2018). <http://aosabook.org/en/sqlalchemy.html>
- [Goo18] GOOGLE: *Google Python Style Guide*, 2018.
<http://google.github.io/styleguide/pyguide.html>
- [Ros17] ROSSUM, Guido van: Whats New In Python 3.0. In: *Python Documentation* (2017).
<https://python.readthedocs.io/en/stable/whatsnew/3.0.html>
- [Ros01] ROSSUM, Guido van: *Style Guide for Python Code*, 2001.
<https://www.python.org/dev/peps/pep-0008/>
- [Pyt19] PYTHON SOFTWARE FOUNDATION: *re - Regular expression operations*, 2019.
<https://docs.python.org/3/library/re.html>
- [Pyt18] PYTHON SOFTWARE FOUNDATION: *dis - Disassembler for Python bytecode*, 2018.
<https://docs.python.org/3/library/dis.html>

- [Pyt19] PYTHON SOFTWARE FOUNDATION: *collections - Container datatypes*, 2019. <https://docs.python.org/3/library/collections.html>
- [Pyt18] PYTHON SOFTWARE FOUNDATION: www.python.org, 2018. <https://www.python.org/>
- [Ste17] STEVENS, H. C.: The decorators they won't tell you about. (2017). <https://github.com/hchasesteven/hchasesteven.github.io/blob/master/notebooks/the-decorators-they-wont-tell-you-about.ipynb>
- [Goo01] GOODGER, David: *Docstring Conventions*, 2001. <https://www.python.org/dev/peps/pep-0257/>
- [Wik18] WIKIPEDIA: *Race Condition*, 2018. https://de.wikipedia.org/wiki/Race_Condition
- [Wik19a] WIKIPEDIA: *Salt (Kryptologie)*, 2019. [https://de.wikipedia.org/wiki/Salt_\(Kryptologie\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Salt_(Kryptologie))
- [Wik19b] WIKIPEDIA: *Argon2*, 2019. <https://de.wikipedia.org/wiki/Argon2>
- [Wik18] WIKIPEDIA: *Rufnummer*, 2018. <https://de.wikipedia.org/wiki/Rufnummer>
- [Het15] HETTINGER, Raymond: *Beyond PEP 8 – Best practices for beautiful intelligible code*, 2015. <https://youtu.be/wf-BqAjZb8M>
- [Het16] HETTINGER, Raymond: *Thinking about Concurrency*, 2016. <https://youtu.be/Bv25Dwe84g0>
- [Het17] HETTINGER, Raymond: Descriptor HowTo Guide. In: *Python Documentation* (2017). <https://docs.python.org/3.3/howto/descriptor.html>
- [SQL18] SQLALCHEMY: *Session Basics*, 2018. https://docs.sqlalchemy.org/en/latest/orm/session_basics.html
- [UBDK17] UNIVERSITY OF LUXEMBOURG ; BIRYUKOV, Alex ; DINU, Daniel ; KHOVRATOVICH, Dmitry: *Argon2: the memory-hard function for password hashing and other applications*, März 2017. <https://github.com/P-H-C/phc-winner-argon2/blob/master/argon2-specs.pdf>

E Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und dabei keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Sämtliche Zitate wurden gemäß dem „Leitfaden für die Durchführung und Gestaltung der Technikerarbeit“ der Franz-Oberhür-Schule Würzburg als solche gekennzeichnet.

Unterschrift : Stefan Volz

Datum

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und dabei keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Sämtliche Zitate wurden gemäß dem „Leitfaden für die Durchführung und Gestaltung der Technikerarbeit“ der Franz-Oberhür-Schule Würzburg als solche gekennzeichnet.

Unterschrift : Yannis Köhler

Datum