

Entwicklung von PaMesAn

Implementierung eines neuen Systems zur Erfassung von
Versandverpackungen mit Hilfe von Bild- und Sensordaten zur
Erfüllung der Novelle des Verpackungsgesetzes

Johannes Leyrer

11.01.2023

FLYERALARM - Azubi-Nr.: 468322

Entwicklung von PaMesAn

2023-01-08

Entwicklung von PaMesAn

Implementierung eines neuen Systems zur Erfassung von
Versandverpackungen mit Hilfe von Bild- und Sensordaten zur
Erfüllung der Novelle des Verpackungsgesetzes

Johannes Leyrer
11.01.2023
FLYERALARM - Azubi-Nr.: 468322

Gliederung

Projektumfeld

Planung

Analyse

Entwurf

Implementierung

Fazit

2023-01-08

└ Gliederung

Projektumfeld

Planung

Analyse

Entwurf

Implementierung

Fazit

Projektumfeld

Entwicklung von PaMesAn
└ Projektumfeld

2023-01-08

Projektumfeld

FLYERALARM GmbH

2002 > 2000 > 3 Mio
gegründet Mitarbeiter Produkte

Projektumfeld

FLYERALARM GmbH

2023-01-08

FLYERALARM GmbH

2002 > 2000 > 3 Mio
gegründet Mitarbeiter Produkte

- Eines der größten E-Commerce Unternehmen Deutschlands

Entwicklung von PaMesAn

Projektumfeld

FLYERALARM GmbH

2023-01-08

FLYERALARM GmbH

2002 > 2000 > 3 Mio
gegründet Mitarbeiter Produkte

- Eines der größten E-Commerce Unternehmen Deutschlands
- Führende Online-Druckerei Europas im B2B-Bereich

Entwicklung von PaMesAn

Projektumfeld

2023-01-08

FLYERALARM GmbH

FLYERALARM GmbH

2002 > 2000 > 3 Mio
gegründet Mitarbeiter Produkte

- Eines der größten E-Commerce Unternehmen Deutschlands
- Führende Online-Druckerei Europas im B2B-Bereich
- Betreibt eigenen Onlineshop



Entwicklung von PaMesAn

Projektumfeld

2023-01-08

FLYERALARM GmbH

FLYERALARM GmbH

2002 > 2000 > 3 Mio
gegründet Mitarbeiter Produkte

- Eines der größten E-Commerce Unternehmen Deutschlands
- Führende Online-Druckerei Europas im B2B-Bereich
- Betreibt eigenen Onlineshop
- Erstellung der Druckdaten

Entwicklung von PaMesAn

Projektumfeld

2023-01-08

FLYERALARM GmbH



FLYERALARM Industrial Print GmbH

8 ca. 1200
Standorte Mitarbeiter

FLYERALARM Industrial Print GmbH

8 ca. 1200
Standorte Mitarbeiter

- Tochtergesellschaft

Entwicklung von PaMesAn

Projektumfeld

FLYERALARM Industrial Print GmbH

2023-01-08

FLYERALARM Industrial Print GmbH

8 ca. 1200
Standorte Mitarbeiter

- Tochtergesellschaft
- Eigene IT-Abteilung

Entwicklung von PaMesAn

Projektumfeld

FLYERALARM Industrial Print GmbH

2023-01-08

FLYERALARM Industrial Print GmbH

8 ca. 1200
Standorte Mitarbeiter

- Tochtergesellschaft
- Eigene IT-Abteilung
- Produktion und Versand

Entwicklung von PaMesAn

Projektumfeld

2023-01-08

FLYERALARM Industrial Print GmbH

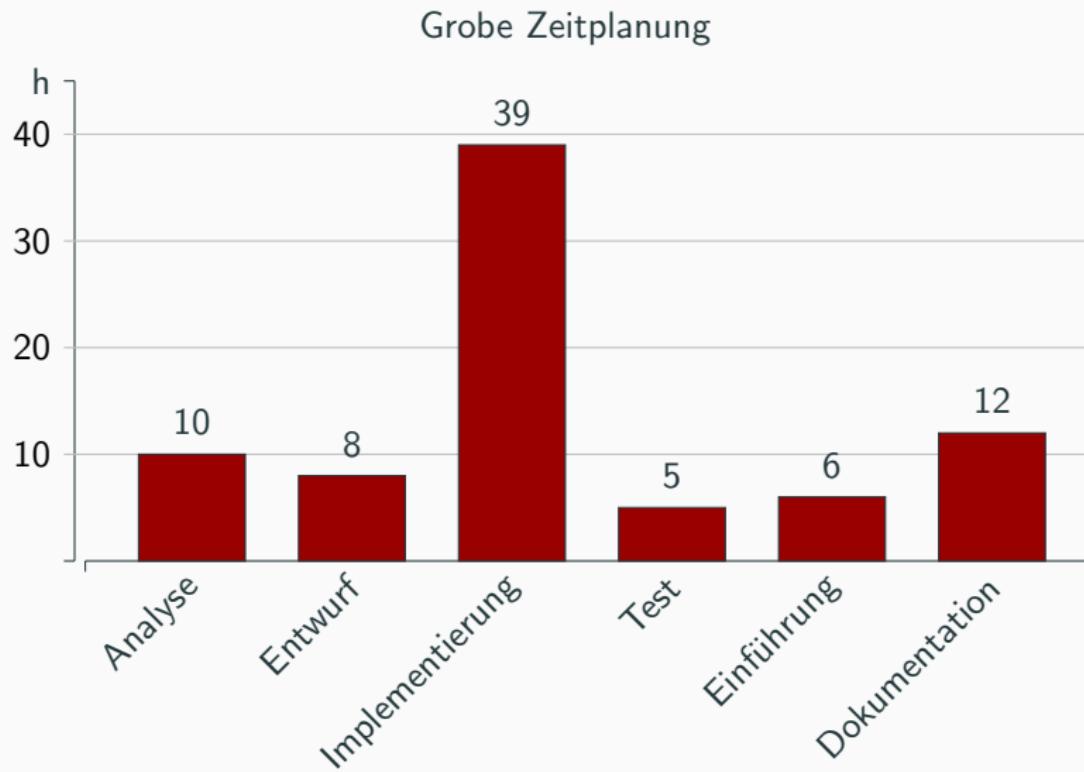
FLYERALARM Industrial Print GmbH
8 ca. 1200
Standorte Mitarbeiter

- Tochtergesellschaft
- Eigene IT-Abteilung
- Produktion und Versand

2023-01-08

Planung

Zeitschätzung Projektphasen



Entwicklung von PaMesAn

Planung

Zeitschätzung Projektphasen

2023-01-08



2023-01-08

Analyse

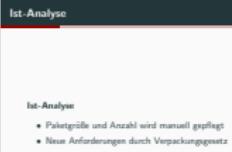
Ist-Analyse

- Paketgröße und Anzahl wird manuell gepflegt

2023-01-08

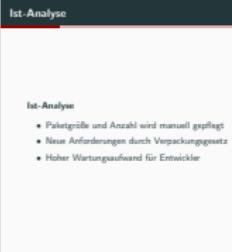
Ist-Analyse

- Paketgröße und Anzahl wird manuell gepflegt
- Neue Anforderungen durch Verpackungsgesetz



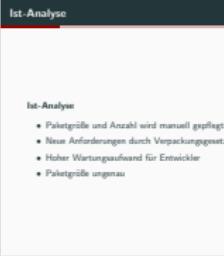
Ist-Analyse

- Paketgröße und Anzahl wird manuell gepflegt
- Neue Anforderungen durch Verpackungsgesetz
- Hoher Wartungsaufwand für Entwickler



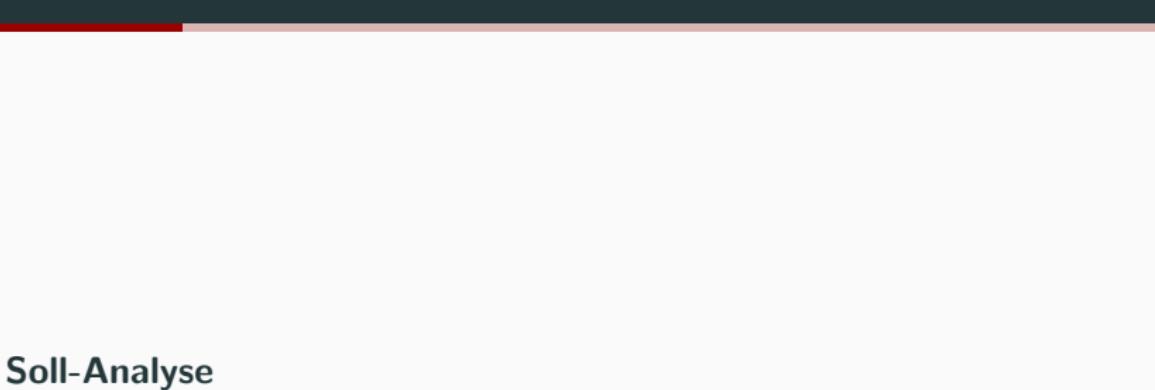
Ist-Analyse

- Paketgröße und Anzahl wird manuell gepflegt
- Neue Anforderungen durch Verpackungsgesetz
- Hoher Wartungsaufwand für Entwickler
- Paketgröße ungenau



Soll-Analyse

- Paketgröße und Anzahl automatisch erfassen



Soll-Analyse

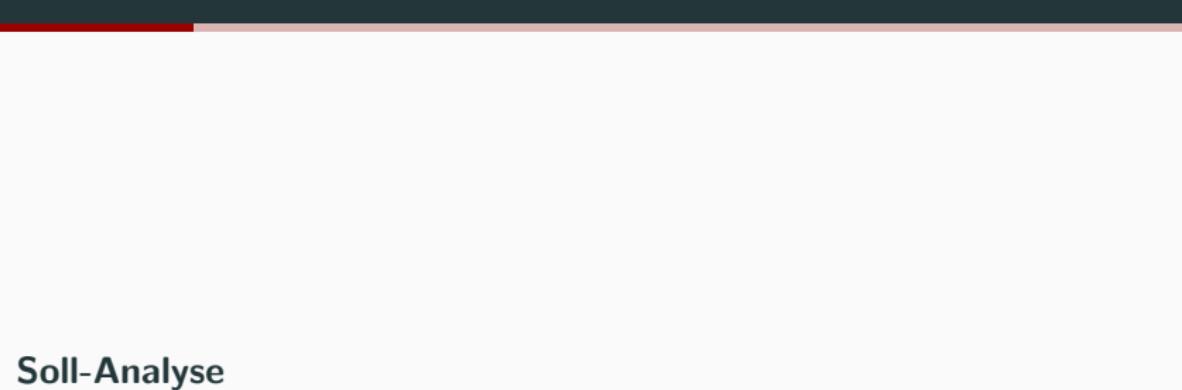
- Paketgröße und Anzahl automatisch erfassen
- Erfüllung der Anforderungen durch Verpackungsgesetz

Analyse

Soll-Analyse

2023-01-08

- Paketgröße und Anzahl automatisch erfassen
- Erfüllung der Anforderungen durch Verpackungsgesetz



Soll-Analyse

- Paketgröße und Anzahl automatisch erfassen
- Erfüllung der Anforderungen durch Verpackungsgesetz
- Wartungsaufwand minimieren durch automatische Erfassung

2023-01-08

└ Soll-Analyse

Angebotsvergleich Fa. Löther - Kartonagenerkennung

Standorte	Dillberg	Heuchelhof	Klipphausen	Kesselsdorf	Summe Standorte
Kostenaufteilung					
Kamerahardware	13.338,79 €	13.338,79 €	13.338,79 €	19.081,04 €	59.097,41 €
Eletrik / Mechanik	2.095,00 €	2.095,00 €	2.675,00 €	3.845,00 €	10.710,00 €
Software & IBM	5.225,00 €	2.900,00 €	5.150,00 €	6.900,00 €	20.175,00 €
Summe	20.658,79 €	18.333,79 €	21.163,79 €	29.826,04 €	89.982,41 €
19% MwSt.	3.925,17 €	3.483,42 €	4.021,12 €	5.666,95 €	17.096,66 €
Summe Gesamt	24.583,96 €	21.817,21 €	25.184,91 €	35.492,99 €	107.079,07 €

Entwicklung von PaMesAn

Analyse

└ Angebot der Elektro Löther GmbH

2023-01-08

Angebotsvergleich Fa. Löther - Kartonagenerkennung					
Standort	Dillberg	Heuchelhof	Klipphausen	Kesselsdorf	Summe Standorte
Kamerahardware	13.338,79 €	13.338,79 €	13.338,79 €	19.081,04 €	59.097,41 €
Eletrik / Mechanik	2.095,00 €	2.095,00 €	2.675,00 €	3.845,00 €	10.710,00 €
Software & IBM	5.225,00 €	2.900,00 €	5.150,00 €	6.900,00 €	20.175,00 €
Summe	20.658,79 €	18.333,79 €	21.163,79 €	29.826,04 €	89.982,41 €
19% MwSt.	3.925,17 €	3.483,42 €	4.021,12 €	5.666,95 €	17.096,66 €
Summe Gesamt	24.583,96 €	21.817,21 €	25.184,91 €	35.492,99 €	107.079,07 €

Kostenverteilung Hardware

Hardware	Gesamt
ARCELI Shield Board Kit	17,99 €
AZDelivery 5 x Mega 2560 R3	14,99 €
Benewake TF MINI PLUS	182,40 €
Microsoft Lifecam Studio	42,99 €
item-Systemprofile	29,52 €
item-Verbindungsstücke	192,00 €
item-Füße	48,00 €
Dell Wyse 5070 Thin Client	450,00 €
Gesamtkosten	977,89 €

Entwicklung von PaMesAn

Analyse

Kostenverteilung Hardware

2023-01-08

Kostenverteilung Hardware

Hardware	Gesamt
ARCELI Shield Board Kit	17,99 €
AZDelivery 5 x Mega 2560 R3	14,99 €
Benewake TF MINI PLUS	182,40 €
Microsoft Lifecam Studio	42,99 €
item-Systemprofile	29,52 €
item-Verbindungsstücke	192,00 €
item-Füße	48,00 €
Dell Wyse 5070 Thin Client	450,00 €
Gesamtkosten	977,89 €

Kostenverteilung Personal und Hardware

Personal	Zeit in Stunden	Kosten pro Stunde	Gesamt
Auszubildender	80	6,00 € + 15,00 €	1680,00 €
Teamleitung	2	31,50 € + 15,00 €	93,00 €
Teammitglied	2	21,50 € + 15,00 €	73,00 €
Haustechnik	8	19,00 € + 15,00 €	272,00 €
Gesamtkosten			2118,00 €

Gesamtkosten Personal und Hardware: 3095,89 €

Entwicklung von PaMesAn

- Analyse

2023-01-08

Kostenverteilung Personal und Hardware

Kostenverteilung Personal und Hardware

Personal	Zeit in Stunden	Kosten pro Stunde	Gesamt
Auszubildender	80	6,00 € + 15,00 €	1680,00 €
Teamleitung	2	31,50 € + 15,00 €	93,00 €
Teammitglied	2	21,50 € + 15,00 €	73,00 €
Haustechnik	8	19,00 € + 15,00 €	272,00 €
Gesamtkosten			2118,00 €

Gesamtkosten Personal und Hardware: 3095,89 €

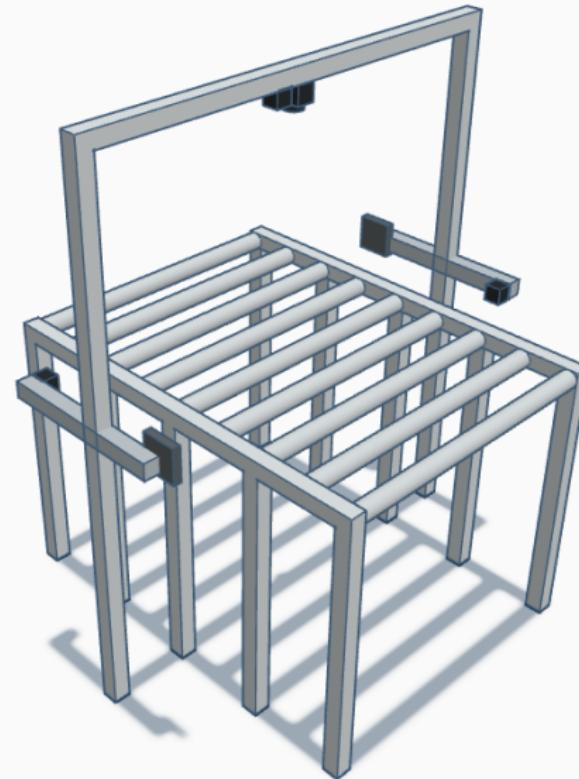
Entwurf

Entwicklung von PaMesAn
└ Entwurf

2023-01-08

Entwurf

Sensorträger



Entwicklung von PaMesAn

└ Entwurf

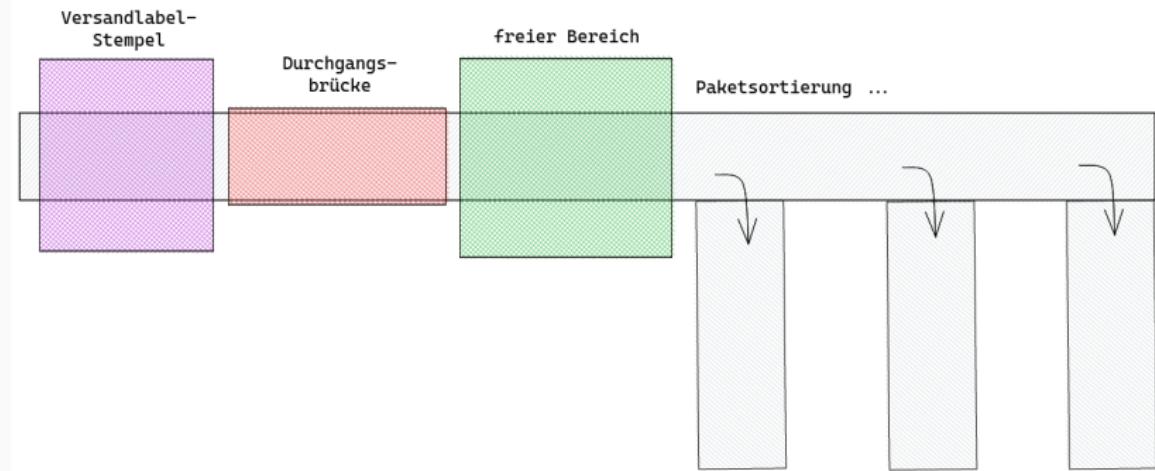
└ Sensorträger

Sensorträger



2023-01-08

Standort

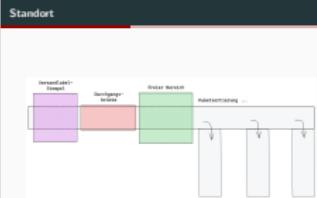


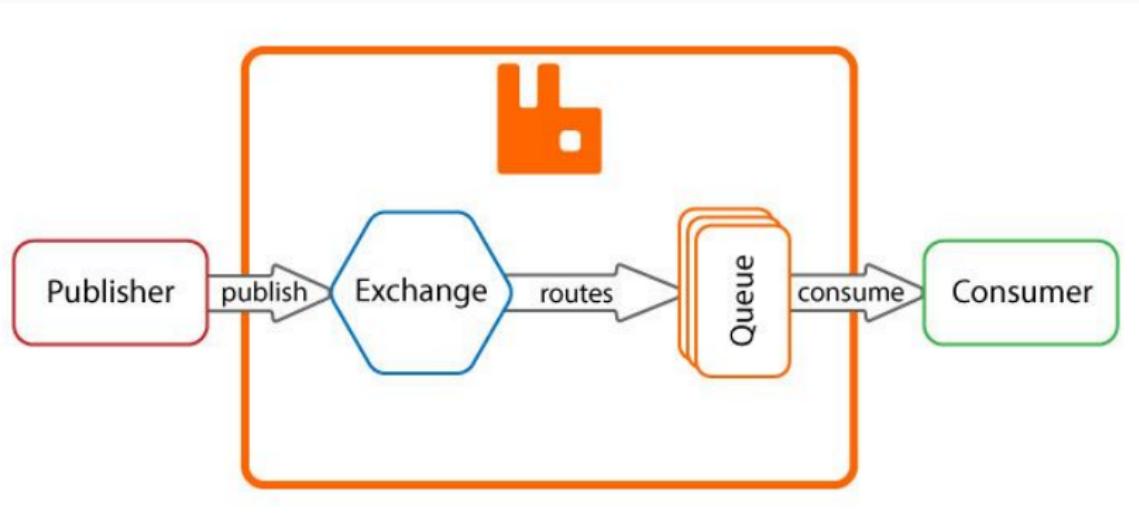
Entwicklung von PaMesAn

└ Entwurf

└ Standort

2023-01-08

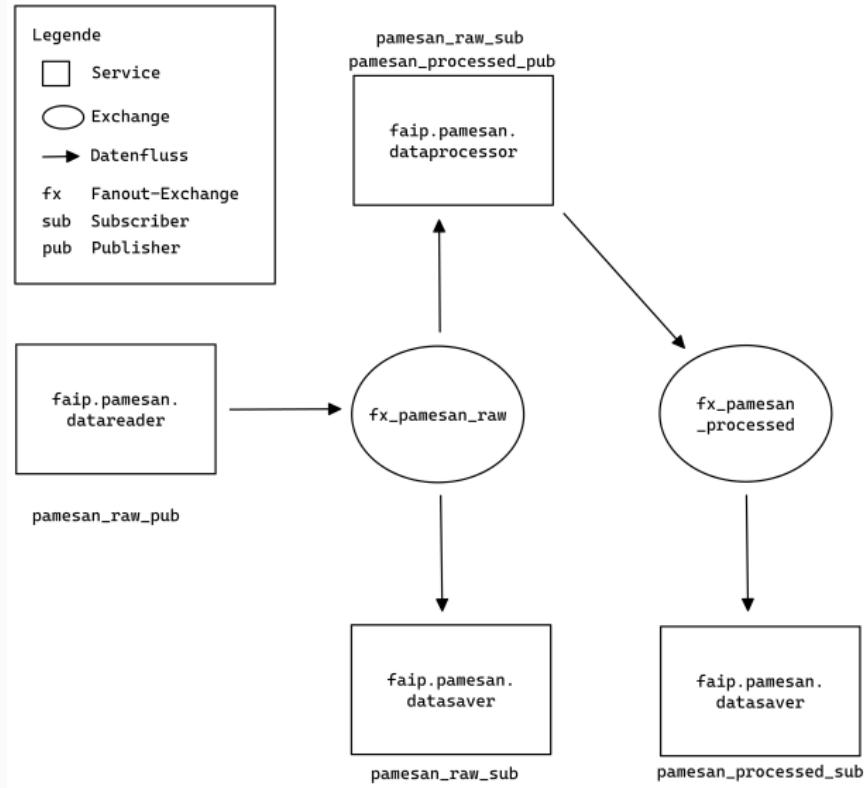




2023-01-08



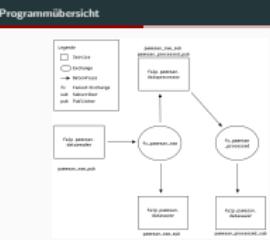
Programmübersicht



Entwicklung von PaMesAn

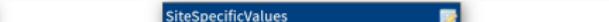
Entwurf

Programmübersicht



Datenmodell

RawData		
UUID	string	
Site	integer	
Datetime	datetime	
LeftIn	string	
LeftOut	string	
LeftValueInCm	integer	
TopIn	string	
TopOut	string	
TopValueInCm	integer	
RightIn	string	
RightOut	string	
RightValueInCm	integer	
Image	blob	

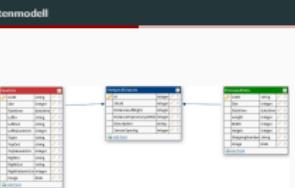


SiteSpecificValues		
Id	integer	
SiteId	integer	
DistanceLeftRight	integer	
DistanceTopConveyorBelt	integer	
Description	string	
SensorSpacing	integer	

[Add field](#)

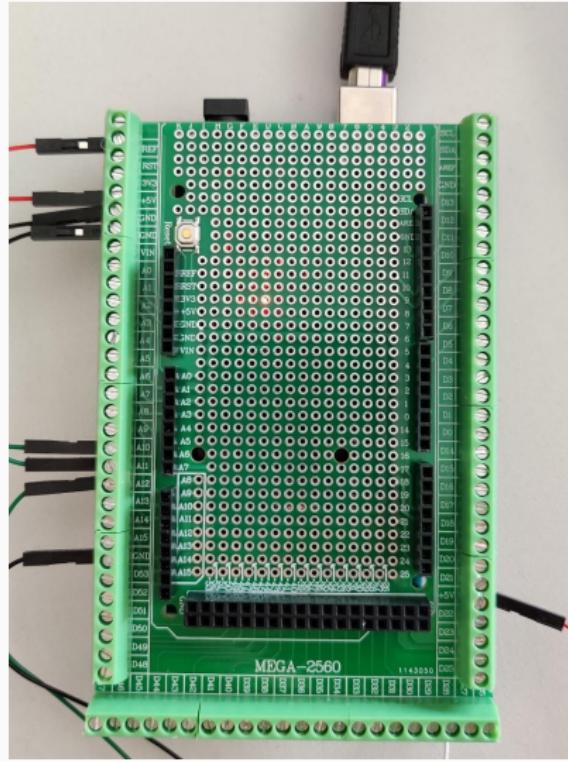
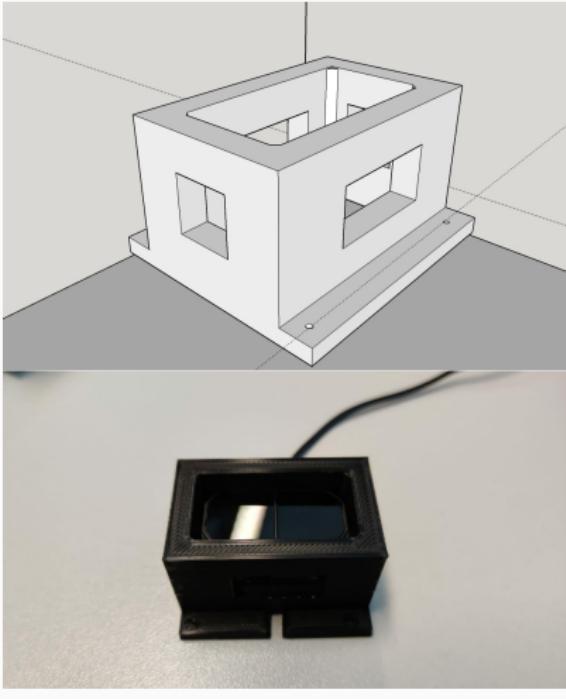
ProcessedData		
UUID	string	
Site	integer	
Datetime	datetime	
Length	integer	
Width	integer	
Height	integer	
ShippingNumber	string	
Image	blob	

[Add field](#)



Implementierung

Lasersensor und Arduino



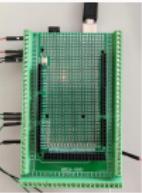
Entwicklung von PaMesAn

└ Implementierung

└ Lasersensor und Arduino

2023-01-08

Lasersensor und Arduino



Umsetzung des Sensorträgers



Entwicklung von PaMesAn

└ Implementierung

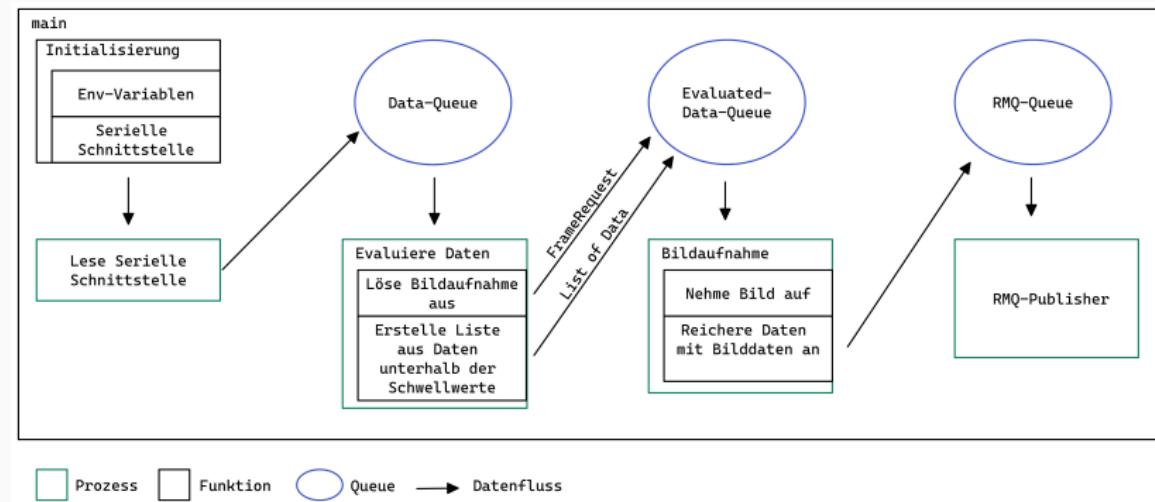
└ Umsetzung des Sensorträgers

2023-01-08

Umsetzung des Sensorträgers



Implementierung des Ausleseservice



Entwicklung von PaMesAn

Implementierung

Implementierung des Ausleseservice

2023-01-08

Implementierung des Ausleseservice



Implementierung des Ausleseservice – Pika

```
75 def rmq_sender(queue: Queue):
76     config_reader = EnvConfig()
77     config_reader.initialize_env()
78     pub = Publisher(config_reader)
79     pub.connect()
80     site_id = config_reader.get_site_id()
81     while True:
82         try:
83             if not queue.empty():
84                 data = queue.get()
85                 hyd_data = data_hydration(data, site_id)
86                 pub.publish(hyd_data)
87
88             time.sleep(0.5)
89         except Exception as ex:
```

⋮

Entwicklung von PaMesAn

└ Implementierung

2023-01-08

└ Implementierung des Ausleseservice – Pika

Implementierung des Ausleseservice – Pika

```
75 def rmq_sender(queue: Queue):
76     config_reader = EnvConfig()
77     config_reader.initialize_env()
78     pub = Publisher(config_reader)
79     pub.connect()
80     site_id = config_reader.get_site_id()
81     while True:
82         try:
83             if not queue.empty():
84                 data = queue.get()
85                 hyd_data = data_hydration(data, site_id)
86                 pub.publish(hyd_data)
87             time.sleep(0.5)
88         except Exception as ex:
89             ...
```

```
1 CREATE TABLE PAMESAN.dbo.RawData (
2     UUID uniqueidentifier NOT NULL,
3     Site int NOT NULL,
4     [Datetime] datetime NULL,
5     LeftIn nvarchar(50) COLLATE Latin1_General_CI_AS
6     NULL,
7     ...
8
9     [Image] varbinary(MAX) NULL,
10    CONSTRAINT PK_RawData PRIMARY KEY (UUID),
11    CONSTRAINT RawData_FK FOREIGN KEY (Site)
12    REFERENCES PAMESAN.dbo.SiteSpecificValues(Id)
13
14 );
```

└ Implementierung

└ Implementierung der Datenbanktabellen

2023-01-08

```
1 CREATE TABLE PAMESAN.dbo.RawData (
2     UUID uniqueidentifier NOT NULL,
3     Site int NOT NULL,
4     [Datetime] datetime NULL,
5     LeftIn nvarchar(50) COLLATE Latin1_General_CI_AS
6     NULL,
7     ...
8
9     [Image] varbinary(MAX) NULL,
10    CONSTRAINT PK_RawData PRIMARY KEY (UUID),
11    CONSTRAINT RawData_FK FOREIGN KEY (Site)
12    REFERENCES PAMESAN.dbo.SiteSpecificValues(Id)
13
14 );
```

1

Scaffold –DbContext "Data Source=sql-mar-01.druckhaus.local; Initial Catalog=PAMESAN; persist security info=True; user id=pamesan-rw; password=*****" Microsoft.EntityFrameworkCore.SqlServer –OutputDir DatabaseContext –Tables RawData, ProcessedData

2

Entwicklung von PaMesAn

└ Implementierung

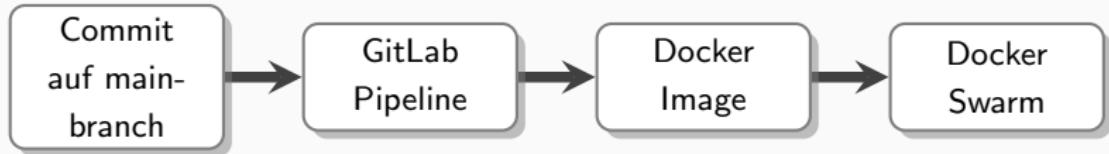
└ Implementierung des Datenspeicherservice

2023-01-08

```
1 Scaffold –DbContext "Data Source=sql-mar-01.druckhaus.local; Initial Catalog=PAMESAN; persist security info=True; user id=pamesan-rw; password=*****" Microsoft.EntityFrameworkCore.SqlServer –OutputDir DatabaseContext –Tables RawData, ProcessedData
```

2

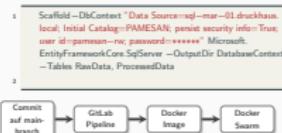
- 1 Scaffold –DbContext "Data Source=sql-mar-01.druckhaus.local; Initial Catalog=PAMESAN; persist security info=True; user id=pamesan-rw; password=*****" Microsoft.
EntityFrameworkCore.SqlServer –OutputDir DatabaseContext
–Tables RawData, ProcessedData
- 2



└ Implementierung

└ Implementierung des Datenspeicherservice

2023-01-08



Implementierung des Datenspeicherservice

```
38 internal static void SaveDataToRaw(string data,
  PAMESANContext dbContext) {
39   try {
40     RawData rawData = JsonConvert.DeserializeObject<
41       RawData>(data)!;
42
43     dbContext.RawData.Add(rawData);
44     dbContext.SaveChanges();
45   }
46   catch {
47     throw;
48 }
```

Entwicklung von PaMesAn

└ Implementierung

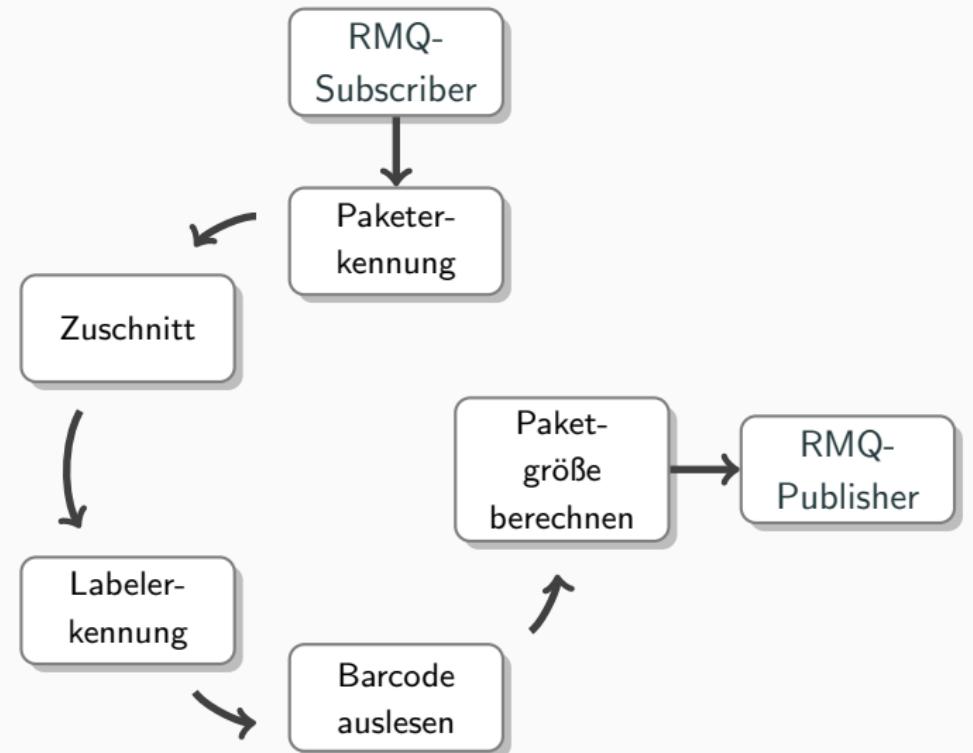
└ Implementierung des Datenspeicherservice

2023-01-08

Implementierung des Datenspeicherservice

```
38 internal static void SaveDataToRaw(string data,
  PAMESANContext dbContext) {
39   try {
40     RawData rawData = JsonConvert.DeserializeObject<
41       RawData>(data)!;
42
43     dbContext.RawData.Add(rawData);
44     dbContext.SaveChanges();
45   }
46   catch {
47     throw;
48 }
```

Implementierung des Datenverarbeitungsservice



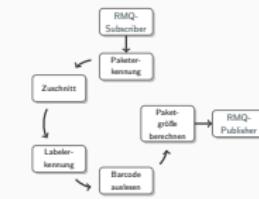
Entwicklung von PaMesAn

└ Implementierung

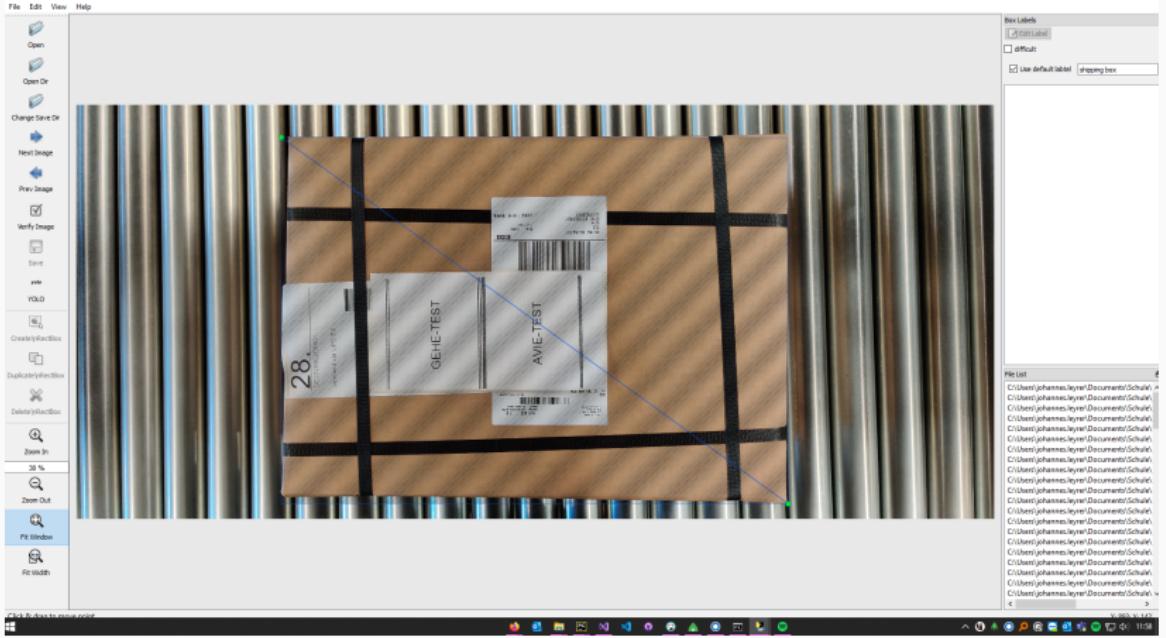
└ Implementierung des Datenverarbeitungsservice

2023-01-08

Implementierung des Datenverarbeitungsservice



Labeln der Bilder

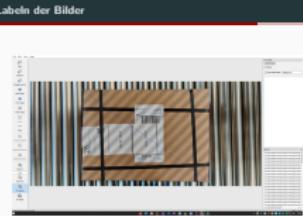


Entwicklung von PaMesAn

└ Implementierung

└ Labeln der Bilder

2023-01-08



Training des YOLOv7-Models

```
1 python train.py --device 0 --batch-size 16 --epochs 100  
    --img 640 640 --data data/custom_data.yaml --hyp data/  
    /hyp.scratch.custom.yaml --cfg cfg/training/yolov7_custom.  
    yaml --weights yolov7.pt --name yolo7-custom
```

2

Entwicklung von PaMesAn

└ Implementierung

└ Training des YOLOv7-Models

2023-01-08

```
1 python train.py --device 0 --batch-size 16 --epochs 100  
    --img 640 640 --data data/custom_data.yaml --hyp data/  
    /hyp.scratch.custom.yaml --cfg cfg/training/yolov7_custom.  
    yaml --weights yolov7.pt --name yolo7--custom
```

2

Ergebnis des YOLOv7-Models



Ergebnis des PaMesAn

└ Implementierung

└ Ergebnis des YOLOv7-Models

2023-01-08

Ergebnis des YOLOv7-Models



Auslesen des Versandlabels



Entwicklung von PaMesAn

└ Implementierung

└ Auslesen des Versandlabels



Auslesen des Versandlabels

Berechnung der Paketgröße

```
8 def calculate_height(top_bottom: int, top_cm: int) ->
   int:
9     return top_bottom - top_cm
10
11 def calculate_width(left_right: int, left_cm: int,
12                     right_cm) -> int:
13     return left_right - left_cm - right_cm
14
15 def calculate_length(sensor_spacing: float, right_in:
16                      int, left_in: int, left_out: int) -> int:
17     speed = sensor_spacing / (right_in - left_in)
18     length = int((left_out - left_in) * speed)
19
20     return length
```

Entwicklung von PaMesAn

└ Implementierung

2023-01-08

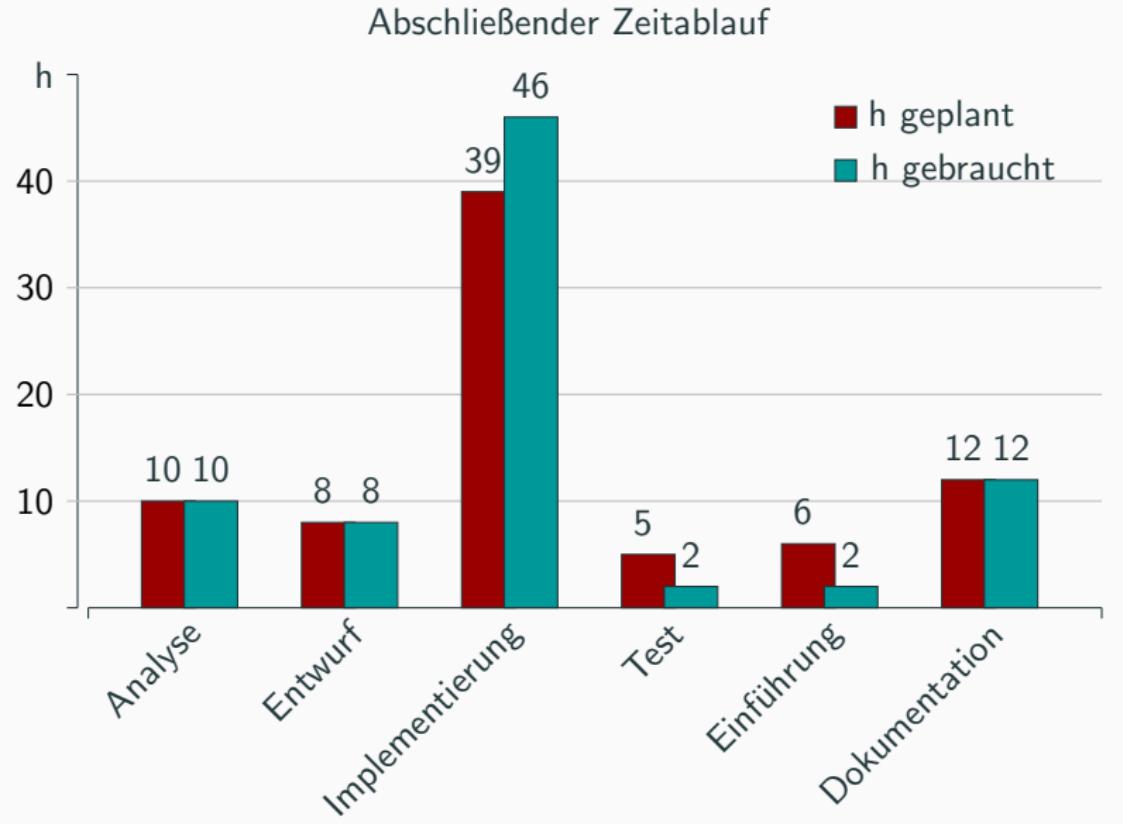
└ Berechnung der Paketgröße

Berechnung der Paketgröße

```
8 def calculate_height(top_bottom: int, top_cm: int) ->
   int:
9     return top_bottom - top_cm
10
11 def calculate_width(left_right: int, left_cm: int,
12                     right_cm) -> int:
13     return left_right - left_cm - right_cm
14
15 def calculate_length(sensor_spacing: float, right_in:
16                      int, left_in: int, left_out: int) -> int:
17     speed = sensor_spacing / (right_in - left_in)
18     length = int((left_out - left_in) * speed)
19
20     return length
```

Fazit

Abschließender Zeitablauf



Entwicklung von PaMesAn

Fazit

Abschließender Zeitablauf

2023-01-08



Lessons Learned

- YOLOv7 ist ein mit geringem Vorwissen leicht einsetzbarer Objektdetektor

Fazit

Lessons Learned und Ausblick

2023-01-08

Lessons Learned

- YOLOv7 ist ein mit geringem Vorwissen leicht einsetzbarer Objektdetektor

Lessons Learned

- YOLOv7 ist ein mit geringem Vorwissen leicht einsetzbarer Objektdetektor
- Pufferzeit sollte 2 % der Gesamtzeit betragen

Fazit

Lessons Learned und Ausblick

2023-01-08

Lessons Learned

- YOLOv7 ist ein mit geringem Vorwissen leicht einsetzbarer Objektdetektor
- Pufferzeit sollte 2 % der Gesamtzeit betragen

Lessons Learned

- YOLOv7 ist ein mit geringem Vorwissen leicht einsetzbarer Objektdetektor
- Pufferzeit sollte 2 % der Gesamtzeit betragen
- Industriekamera > Webcam → KEYENCE-Scanner

Entwicklung von PaMesAn

Fazit

Lessons Learned und Ausblick

2023-01-08

Lessons Learned

- YOLOv7 ist ein mit geringem Vorwissen leicht einsetzbarer Objektdetektor
- Pufferzeit sollte 2 % der Gesamtzeit betragen
- Industriekamera > Webcam → KEYENCE-Scanner

Lessons Learned

- YOLOv7 ist ein mit geringem Vorwissen leicht einsetzbarer Objektdetektor
- Pufferzeit sollte 2 % der Gesamtzeit betragen
- Industriekamera > Webcam → KEYENCE-Scanner

Ausblick

- Verwendung KEYENCE-Scanner und Umschreiben auf C#

Fazit

Lessons Learned und Ausblick

2023-01-08

Lessons Learned

- YOLOv7 ist ein mit geringem Vorwissen leicht einsetzbarer Objektdetektor
- Pufferzeit sollte 2 % der Gesamtzeit betragen
- Industriekamera > Webcam → KEYENCE-Scanner

Ausblick

- Verwendung KEYENCE-Scanner und Umschreiben auf C#

Lessons Learned

- YOLOv7 ist ein mit geringem Vorwissen leicht einsetzbarer Objektdetektor
- Pufferzeit sollte 2 % der Gesamtzeit betragen
- Industriekamera > Webcam → KEYENCE-Scanner

Ausblick

- Verwendung KEYENCE-Scanner und Umschreiben auf C#
- Verknüpfung erfasster Abmessungen mit bekannten Kartonagen

Fazit

Lessons Learned und Ausblick

2023-01-08

Lessons Learned

- YOLOv7 ist ein mit geringem Vorwissen leicht einsetzbarer Objektdetektor
- Pufferzeit sollte 2 % der Gesamtzeit betragen
- Industriekamera > Webcam → KEYENCE-Scanner

Ausblick

- Verwendung KEYENCE-Scanner und Umschreiben auf C#
- Verknüpfung erfasster Abmessungen mit bekannten Kartonagen

Lessons Learned

- YOLOv7 ist ein mit geringem Vorwissen leicht einsetzbarer Objektdetektor
- Pufferzeit sollte 2 % der Gesamtzeit betragen
- Industriekamera > Webcam → KEYENCE-Scanner

Ausblick

- Verwendung KEYENCE-Scanner und Umschreiben auf C#
- Verknüpfung erfasster Abmessungen mit bekannten Kartonagen
- Aufbau an anderen Standorten

Entwicklung von PaMesAn

Fazit

Lessons Learned und Ausblick

2023-01-08

Lessons Learned

- YOLOv7 ist ein mit geringem Vorwissen leicht einsetzbarer Objektdetektor
- Pufferzeit sollte 2 % der Gesamtzeit betragen
- Industriekamera > Webcam → KEYENCE-Scanner

Ausblick

- Verwendung KEYENCE-Scanner und Umschreiben auf C#
- Verknüpfung erfasster Abmessungen mit bekannten Kartonagen
- Aufbau an anderen Standorten

Fragen?

Danke für die Aufmerksamkeit!

Entwicklung von PaMesAn

2023-01-08

Danke für die Aufmerksamkeit!