



(11)

EP 3 813 034 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
28.04.2021 Patentblatt 2021/17

(51) Int Cl.:
G08G 1/096 (2006.01) G08G 1/0967 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19204612.6**

(22) Anmeldetag: **22.10.2019**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Siemens Mobility GmbH**
81739 München (DE)

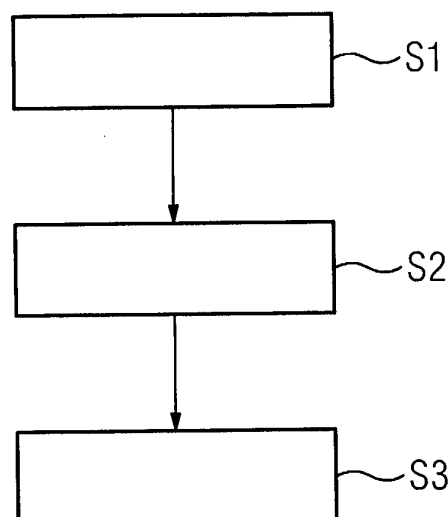
(72) Erfinder:
• **Heesche, Kai**
81539 München (DE)
• **Tokic, Michel**
88069 Tettnang (DE)
• **Depeweg, Stefan**
81673 München (DE)
• **Sterzing, Volkmar**
85579 Neubiberg (DE)
• **Weber, Marc Christian**
80339 München (DE)

(54) **VERFAHREN ZUM BESTIMMEN EINES ANGEPASSTEN AKTUELLEN RESTZEITWERTS FÜR EINE ANLAGE**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen eines angepassten aktuellen Restzeitwerts für eine Anlage, aufweisend die Schritte a. Bereitstellen einer Mehrzahl vorheriger Restzeitwerte mit jeweils mindestens einer zugehörigen Konfidenz in einem bestimmten Zeitraum (S1), aufweisend b. mindestens einen letzten vorherigen Restzeitwert aus der Mehrzahl der vorherigen Restzeitwerte, welcher dem aktuellen Restzeitwert zeitlich in dem bestimmten Zeit-

raum unmittelbar vorausgeht; c. Empfangen eines aktuellen Restzeitwerts mit mindestens einer aktuellen Konfidenz (S2); und d. Bestimmen des angepassten aktuellen Restzeitwerts auf Basis der Mehrzahl der vorherigen Restzeitwerte mit den jeweiligen zugehörigen Konfidenzen in Abhängigkeit von der aktuellen Konfidenz (S3). Ferner ist die Erfindung auf ein entsprechendes Computerprogramm und eine Bestimmungseinheit gerichtet.

FIG 1



EP 3 813 034 A1

Beschreibung1. Technisches Gebiet

- 5 **[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen eines angepassten aktuellen Restzeitwerts für eine Anlage. Ferner betrifft die Erfindung ein Computerprogrammprodukt sowie eine entsprechende Bestimmungseinheit.

2. Stand der Technik

- 10 **[0002]** Restwertprognosen sind aus dem Stand der Technik bekannt. Der Restzeitwert bei den Restwertprognosen ist dabei die Dauer bis zum nächsten Umschaltzeitpunkt einer Anlage. Der Restzeitwert kann auch als Restzeit und die Dauer als verbleibende Zeit betrachtet werden. Die Anlage kann ein beliebiges technisches System sein, wie Lichtsignalanlage.

- 15 **[0003]** Bei bekannter und richtiger Restwertprognose kann die Dauer bis zu einem Umschaltzeitpunkt eines technischen Systems linear mit fortschreitender Zeit heruntergezählt werden. Der von den Prognosemodellen ausgegebene Restzeitwert kann jedoch durch unterschiedliche Faktoren signifikant beeinflusst werden, beispielsweise durch statistische Unsicherheiten schwanken. Ferner können unvorhergesehene oder unerwartete Ereignisse auftreten und somit eine neue bzw. geänderte Restwertprognose hervorrufen, die nicht auf der bisherigen Prognoselinie liegt.

- 20 **[0004]** Exemplarisch sei im Folgenden die Restwertprognose einer Lichtsignalanlage als Anlage genannt, bei welcher die Dauer eines in der Zukunft liegenden Umschaltzeitpunktes einer Signalgruppe betrachtet wird. Hinsichtlich der Lichtsignalanlage kann beispielsweise eine ÖPNV-Anmeldung oder ein vom Verkehrsteilnehmer getriggert Detektor den Restwert maßgeblich beeinflussen.

- 25 **[0005]** Der Nutzer oder Anwender der Restwertprognose erwartet ein lineares Herunterzählen des Restzeitwerts bis zum Umschaltzeitpunkt. Beim Nutzer kann es sich beispielsweise um einen Autofahrer handeln, der sich auf direkter Strecke zur Ampelanlage befindet. Wünschenswert ist es daher ein als zufällig empfundenen Schwanken der angezeigten Restzeit zu vermeiden und dadurch die Glaubwürdigkeit in das Verhalten des Prognosesystems zu verbessern.

- [0006]** Üblicherweise stellen bekannte Ansätze bislang die Ausgabe eines neuronalen Modells dem Nutzer bereit, wie Umschaltzeitpunkt und Konfidenz. Die Prognose wird jedoch einfach ausgeblendet, sobald ein vorgegebener Konfidenzwert unterschritten wird.

- 30 **[0007]** Nachteilig an den bekannten Ansätzen ist jedoch, dass sie die oben genannten Faktoren, wie Ereignisse unzureichend berücksichtigen. Die Restzeitprognosen bringen dadurch ein geringes Maß an Zuverlässigkeit mit sich.

- [0008]** Die vorliegende Erfindung stellt sich daher die objektive technische Aufgabe ein Verfahren zum Bestimmen eines angepassten aktuellen Restzeitwerts für eine Anlage bereitzustellen, welches zuverlässiger und effizienter ist.

35 3. Zusammenfassung der Erfindung

- [0009]** Die oben genannte Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren zum Bestimmen eines angepassten aktuellen Restzeitwerts für eine Anlage gelöst, aufweisend die Schritte:

- 40 a. Bereitstellen einer Mehrzahl vorheriger Restzeitwerte mit jeweils mindestens einer zugehörigen Konfidenz in einem bestimmten Zeitraum, aufweisend

- b. mindestens einen letzten vorherigen Restzeitwert aus der Mehrzahl der vorherigen Restzeitwerte, welcher dem aktuellen Restzeitwert zeitlich in dem bestimmten Zeitraum unmittelbar vorausgeht;

- 45 c. Empfangen des aktuellen Restzeitwerts mit mindestens einer aktuellen Konfidenz; und

- d. Bestimmen des angepassten aktuellen Restzeitwerts auf Basis mindestens eines vorherigen Restzeitwerts der Mehrzahl der vorherigen Restzeitwerte mit den jeweiligen zugehörigen Konfidenzen in Abhängigkeit von der aktuellen Konfidenz.

- 50 **[0010]** Dementsprechend ist die Erfindung auf ein Verfahren zum Bestimmen eines angepassten aktuellen Restzeitwerts für eine Anlage gerichtet. Der Restzeitwert ist die Dauer bis zum nächsten Umschaltzeitpunkt der Anlage, wie weiter oben ausgeführt. Der Restzeitwert kann auch als Restzeit und die Dauer als verbleibende Zeit betrachtet werden. Bei einer Lichtsignalanlage wie Ampel als Anlage wird zum Umschaltzeitpunkt die Ampel von einem Betriebszustand in einen anderen Betriebszustand umgeschaltet, beispielsweise wechselt die Ampel von einem grünen Licht in ein rotes Licht. Mit anderen Worten erfolgt der Signalwechsel in diesem Beispiel zum Umschaltzeitpunkt.

- [0011]** In einem ersten Schritt wird der Eingabedatensatz empfangen. Der Eingabedatensatz kann über eine oder

mehrere Schnittstellen durch die unten stehende Bestimmungseinheit empfangen werden, wie Recheneinheit.

[0012] Der Eingabedatensatz weist eine Mehrzahl vorheriger Restzeitwerte mit den jeweiligen Konfidenzen in einem bestimmten Zeitraum auf. Mit anderen Worten wird eine Zeitreihe mit bisherigen oder vorherigen bekannten Restzeitwerten betrachtet. Die Zeitreihe weist folglich auch einen ersten Restzeitwert und einen letzten Restzeitwert in dem Zeitraum auf.

[0013] Ferner weist der Eingabedatensatz auch einen aktuellen Restzeitwert mit seiner Konfidenz auf. Der aktuelle Restzeitwert wird durch das erfindungsgemäße Verfahren angepasst und als angepasster aktueller Restzeitwert bereitgestellt.

[0014] Die Konfidenz ist die Sicherheit oder Wahrscheinlichkeit, dass die Abweichung der prognostizierten Restzeit von der tatsächlichen bzw. wahren Restzeit eine vorgegebene Größe nicht überschreitet. 100% Konfidenz bedeutet, dass die erwartete Abweichung der Restzeitprognose von der tatsächlichen Restzeit immer innerhalb der vorgegebenen Abweichungsintervallgrenzen liegt. Bei einer Konfidenz von 0% können keine Rückschlüsse über die erwartete Abweichung vom tatsächlichen Umschaltzeitpunkt gezogen werden.

[0015] Der aktuelle Restzeitwert wird anhand mindestens eines vorherigen Restzeitwerts aus der Mehrzahl der Restzeitwerte mit der zugehörigen Konfidenz in Abhängigkeit von der aktuellen Konfidenz angepasst.

[0016] In diesem Schritt kann der letzte vorherige Restzeitwert als direkt vorhergehender Restzeitwert zur Anpassung verwendet werden. Zusätzlich kann auch die weitere Historie implizit über den internen Zustand genutzt werden, beispielsweise wenn innerhalb des Totbandes linear extrapoliert wird. In diesem Fall kann der Startwert dieser Extrapolation weiter in der Vergangenheit liegen, ggf. kann es der erste Wert des aktuellen Umlaufs sein.

[0017] Dementsprechend wird, mit anderen Worten, die Historie der vorherigen Restzeitwerte und deren Konfidenzen in Abhängigkeit von der Konfidenz der aktuellen Restzeit ausgewertet. Folglich können alle vorherigen Restzeitwerte oder nur ein Teil davon zur Anpassung verwendet werden.

[0018] Das erfindungsgemäße Verfahren verwendet sowohl die prognostizierte Restzeit als auch die Konfidenz der Prognose aus mehreren Zeitschritten, um eine Glättung der aktuellen Prognose zu erreichen. Folglich empfindet ein Nutzer oder Anwender vorteilhafterweise ein gleichmäßiges Herunterzählen des aktuellen Restzeitwerts, welcher er beispielsweise nach der Bestimmung angezeigt bekommen kann. Das Verfahren kann somit auch als Glättungsverfahren bezeichnet werden.

[0019] Falls beispielsweise ein diskretes Ereignis eintritt und die Prognose daraufhin ein vorgegebenes Totband verlässt, erfolgt die Bestimmung des angepassten aktuellen Restzeitwerts. Dabei kann das diskrete Ereignis bezugnehmend auf die obige beispielhafte Lichtsignalanlage ein ÖPNV Telegrammeingang oder Detektorimpuls sein. Die Bestimmung kann durch das Ersetzen der kontinuierlichen Prognose durch eine Kombination aus linear extrapolierter bisheriger Prognose und dem Ergebnis der aktualisierten Prognose eines neuronalen Netzwerkes erfolgen. In einer Ausgestaltung werden die Restzeitwerte und Konfidenzen über mindestens eine Eingabeschnittstelle von einer Recheneinheit oder Speichereinheit empfangen. Diese Ausgestaltung hat sich hinsichtlich eines effizienten und zuverlässigen Zugriffs auf die Daten als besonders vorteilhaft erwiesen. Die Speichereinheit kann dabei als flüchtiges oder nicht-flüchtiges Speichermedium ausgebildet sein, wie beispielsweise Datenbank oder Cloud. Die Recheneinheit kann als beliebige Recheneinheit ausgebildet sein.

[0020] In einer weiteren Ausgestaltung sind die Restzeitwerte und Konfidenzen Ausgabewerte eines neuronalen Netzes. Dementsprechend sind die prognostizierte Restzeit und Konfidenz der Restzeitprognose Ausgabe eines neuronalen Netzes, somit von maschinellem Lernen.

[0021] In einer weiteren Ausgestaltung weist das Verfahren weiterhin den Schritt auf

- Bereitstellen des aktuellen Restzeitwerts als angepassten aktuellen Restzeitwert, falls die mindestens eine aktuelle Konfidenz des aktuellen Restzeitwerts einen festgelegten maximalen Grenzwert überschreitet;

- Bestimmen des angepassten aktuellen Restwerts durch Extrapolieren des letzten vorherigen Restzeitwerts, falls die mindestens eine aktuelle Konfidenz des aktuellen Restzeitwerts einen festgelegten minimalen Grenzwert unterschreitet,

und

Bereitstellen des extrapolierten Restzeitwerts als angepassten aktuellen Restzeitwert; oder

- Bestimmen des angepassten aktuellen Restzeitwerts durch Extrapolieren des letzten vorherigen Restzeitwerts, falls die mindestens eine aktuelle Konfidenz des aktuellen Restzeitwerts einen bestimmten Prozentsatz der vorherigen Konfidenz des letzten vorherigen Restzeitwerts unterschreitet und

Bereitstellen des extrapolierten Restzeitwerts als angepassten aktuellen Restzeitwert.

[0022] Dementsprechend wird der aktuelle Restzeitwert bei extrem hoher Konfidenz direkt bereitgestellt ohne Anpassung.

sung.

[0023] Der letzte Restzeitwert mit akzeptabler Konfidenz wird bei niedriger Konfidenz linear extrapoliert.

[0024] Der aktuelle Restzeitwert wird bei akzeptabler Konfidenz

- 5 - linear extrapoliert solange der aktuelle Restzeitwert innerhalb eines Totbandes um den extrapolierten Restzeitwert bleibt, wobei die Weite des Totbandes von der Konfidenz der aktuellen und bisherigen Prognosewerte abhängt
- die lineare Extrapolation wird anteilig um die Abweichung von der aktuellen Modellausgabe korrigiert, wobei der Anteil der Korrektur von den Konfidenzen der Prognosewerte abhängt.

[0025] In einer weiteren Ausgestaltung umfasst das Extrapolieren das lineare Herunterzählen einer vorbestimmten Zykluszeit der Anlage durch eine Zählereinheit. Dementsprechend kann der aktuelle Restzeitwert um Sekunden, Minuten oder sonstige Zykluszeiten beispielsweise der Lichtsignalanlage heruntergezählt werden. Die Zählereinheit ermöglicht eine zuverlässige Extrapolation.

[0026] In einer weiteren Ausgestaltung ist der maximale Grenzwert eine Konfidenz größer als 90%, bevorzugt 95%.

[0027] In einer weiteren Ausgestaltung liegt der minimale Grenzwert eine Konfidenz zwischen 20% und 30%.

[0028] In einer weiteren Ausgestaltung ist die Anlage eine Lichtsignalanlage oder sonstige Anlage im Bereich des Verkehrs. Diese Grenzwerte haben sich hinsichtlich der Zuverlässigkeit des angepassten aktuellen Restzeitwerts als Ausgabewert als besonders vorteilhaft erwiesen.

[0029] In einer weiteren Ausgestaltung weist das Verfahren weiterhin den Schritt auf Durchführen einer Maßnahme, wobei die Maßnahme ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus:

- Ausgeben des angepassten aktuellen Restzeitwerts und/oder zugehöriger Daten auf einer Anzeigeeinheit,
- Speichern des angepassten aktuellen Restzeitwerts und/oder zugehöriger Daten in einer Speichereinheit, und
- Übermitteln des angepassten aktuellen Restzeitwerts und/oder zugehöriger Daten an eine Recheneinheit.

[0030] Dementsprechend können eine oder mehrere Maßnahmen nach der Bestimmung des angepassten aktuellen Restzeitwerts als Ausgabewert des erfindungsgemäßen Verfahrens eingeleitet werden. Die Maßnahmen können gleichzeitig, nacheinander oder auch stufenweise durchgeführt werden.

[0031] Als erstes kann der Ausgabewert dem Nutzer oder Anwender auf einer Anzeigeeinheit einer Recheneinheit angezeigt werden. Die Ausgabe der Prognose wird vom Nutzer vorteilhafterweise im Gegensatz zum Stand der Technik als gleichmäßiges Herunterzählen empfunden. Dadurch wird das Vertrauen in das zugrundeliegende Prognosesystem verbessert. Weiterhin kann der Ausgabewert gespeichert werden, der Ausgabewert selbst oder in Form einer entsprechenden Nachricht oder Mitteilung an eine andere Einheit, wie ein Endgerät, eine Steuereinheit oder sonstige Recheneinheit übertragen werden. Die empfangende Recheneinheit kann nach Empfang ebenfalls weitere entsprechende Maßnahmen einleiten. Weitere Maßnahmen sind Routenplanung, Starten eines Motors eines autonomen Fahrzeugs oder sonstige Steuerungsmaßnahmen.

[0032] Die Erfindung betrifft ferner eine Bestimmungseinheit. Dementsprechend wird das erfindungsgemäße Verfahren durch eine Bestimmungseinheit durchgeführt. Die Bestimmungseinheit ist eine beliebige Recheneinheit. Zusätzlich zur Bestimmung des angepassten aktuellen Restzeitwerts kann die Bestimmungseinheit auch eine oder mehrere der obigen Maßnahmen selbst einleiten. Dadurch werden die Maßnahmen vorteilhafterweise zeitnah sowie effizient ergriffen.

[0033] Die Erfindung betrifft ferner ein Computerprogrammprodukt mit einem Computerprogramm, das Mittel zur Durchführung des oben beschriebenen Verfahrens, wenn das Computerprogramm auf einer programmgesteuerten Einrichtung zur Ausführung gebracht wird.

[0034] Ein Computerprogrammprodukt, wie z.B. ein Computerprogramm-Mittel, kann beispielsweise als Speichermedium, wie z.B. Speicherkarte, USB-Stick, CD-ROM, DVD, oder auch in Form einer herunterladbaren Datei von einem Server in einem Netzwerk bereitgestellt oder geliefert werden. Dies kann zum Beispiel in einem drahtlosen Kommunikationsnetzwerk durch die Übertragung einer entsprechenden Datei mit dem Computerprogrammprodukt oder dem Computerprogramm-Mittel erfolgen. Als programmgesteuerte Einrichtung kommt insbesondere eine Steuereinrichtung, wie beispielsweise eine Industriesteuerungs-PC oder eine Speicherprogrammierbare Steuerung oder ein Programmable Logic Controller, kurz PLC, oder ein Mikroprozessor für eine Smartcard oder dergleichen in Frage.

4. Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0035] In der folgenden detaillierten Beschreibung werden vorliegend bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung weiter beschrieben mit Bezug auf die folgenden Figuren.

FIG 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Ablaufdiagramm des Verfahrens zum Bestimmen eines angepassten aktuellen Restzeitwerts für eine Anlage.

FIG 2 zeigt eine beispielhafte Restzeitprognose gemäß dem Stand der Technik ohne Glättung.

FIG 3 zeigt eine beispielhafte Restzeitprognose gemäß einer Ausführungsform der Erfindung mit Glättung.

5. Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

[0036] Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung in Bezug auf die Figuren beschrieben.

[0037] Figur 1 stellt ein Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens mit den Verfahrensschritten S1 bis S3 schematisch dar. Die einzelnen Verfahrensschritte können jeweils durch die Bestimmungseinheit oder auch deren Untereinheiten durchgeführt werden. In den ersten beiden Schritten S1 und S2 werden die Eingabedatensätze empfangen, vorherige Prognosen und die aktuelle Prognose, wie weiter oben im Detail erläutert.

[0038] Die Prognosen können Ausgangsinformationen eines neuronalen Netzes sein und umfassen die prognostizierte Restzeit bis zum Signalwechsel sowie die Konfidenz der Restzeitprognose.

[0039] Gemäß dem Stand der Technik wird nur der aktuelle Restzeitwert der Restzeitprognose ausgegeben unabhängig von der zugehörigen aktuellen Konfidenz. Die nachteiligen Effekte sind in Figur 2 dargestellt. Diese Effekte umfassen beispielsweise

1) einen Einbruch der prognostizierten Restzeit bei geringer Konfidenz mit anschließender Erholung

2) Jitter der Prognose mit abwechselnd steigenden und fallenden Restzeitprognosen

3) Kurzfristige Spikes mit verringerter Konfidenz

4) Stark schwankende Restzeitprognosen insbesondere am Beginn einer Phase

[0040] Diese Effekte werden durch das erfindungsgemäße Verfahren in Schritt S3 wie folgt gemildert. Insbesondere wird die Konfidenz der aktuellen Prognose bei der Bestimmung des angepassten aktuellen Restzeitwerts berücksichtigt.

Glättung kleiner Schwankungen

[0041] Die Restzeitprognosen weisen häufig kleinere Schwankungen auf, die zu unerwünschten Vorzeichenwechseln im Gradienten und zu einem ungleichmäßigen Count-Down führen können. Die Glättung dieser Schwankungen kann gemäß einer Ausführungsform der Erfindung dadurch erfolgen, dass bei kleinen relativen Abweichungen zur vorhergehenden Prognose minus einer Sekunde, z.B. kleiner als 20% des um eins verringerten letzten Wertes, der aktuelle Wert verworfen und der vorhergehende Wert um eins reduziert als Prognose übernommen wird.

[0042] Der Pseudocode kann wie folgt dargestellt werden:

```
wenn ( Absolutwert(aktuelle Prognose - ( letzter Prognose -
1)) <= 20% des letzter Prognosewert) dann aktuelle Prognose =
letzte Prognose - 1
```

Glättung größerer Schwankungen

[0043] Falls die Schwankungen der Restzeitprognosen größer als die obigen kleinen Schwankungen sind, kann diese Prognose gemäß einer Ausführungsform der Erfindung durch ein IIR-Filter erster Ordnung geglättet werden, bei dem der Filterkoeffizient von der Konfidenz der aktuellen Prognose abhängt. Dies führt vorteilhafterweise zu einer schnellen Anpassung der Prognose bei hoher Konfidenz, wobei nur große Stufen verringert werden, während bei geringerer Konfidenz die Anpassung entsprechend langsamer erfolgt.

[0044] Der Pseudocode kann wie folgt dargestellt werden:

*aktuelle Prognose = letzte Prognose + Gerundeter Wert / ((aktuelle Prognose - letzter Prognose) * Filterkoeffizient *
5 Konfidenz der aktuellen Prognose)*

Integration dauerhafter kleiner Abweichungen der geglätteten Prognose

[0045] Die Glättung geringer Schwankungen der Restzeitprognose kann dazu führen, dass eine dauerhafte konstante Abweichung der Restzeitprognose verbleibt. Um solche konstanten Abweichungen zu verringern kann gemäß einer Ausführungsform der Erfindung eine Integration der Abweichung zwischen der ursprünglichen und der geglätteten Prognose erfolgen, wobei diese Abweichung über einen Integratorkoeffizienten und die Konfidenz des aktuellen Prognosewertes skaliert wird.

[0046] Der Pseudocode kann wie folgt dargestellt werden:

*integrierte Abweichung = letzte integrierte Abweichung + (ursprüngliche Prognose - geglättete Prognose) * Integratorkoeffizienz * Konfidenz der aktuellen Prognose*

wenn integrierte Abweichung > 1

dann aktuelle Prognose = aktuelle Prognose + 1 und integrierte Abweichung = integrierte Abweichung - 1

wenn integrierte Abweichung < -1

dann aktuelle Prognose = aktuelle Prognose - 1 und integrierte Abweichung = integrierte Abweichung + 1

Glättung von Spikes mit verringerter Konfidenz

[0047] Bei der prognostizierten Restzeit kann es zu kurzzeitigen Sprüngen mit gleichzeitigem Einbruch der Konfidenz bis hin zu Spikes kommen. Um diese kurzzeitigen Störungen auszugleichen wird die gelieferte Prognose bei signifikanten Einbrüchen der Konfidenz z.B. auf unter 80% der Konfidenz der letzten Prognose gemäß einer Ausführungsform der Erfindung verworfen und die letzte Prognose weiter heruntergezählt.

[0048] Der Pseudocode kann wie folgt dargestellt werden:

wenn (Konfidenz der aktuellen Prognose < 80% der Konfidenz der letzten Prognose)

dann aktuelle Prognose = letzte Prognose - 1

Glättung von Prognosen mit hoher bzw. niedriger absoluter Konfidenz

[0049] Falls eine Restzeitprognose eine besonders hohe Konfidenz aufweist, z.B. größer als 95% mit der die Prognose somit als gesichert angenommen werden kann, dann wird diese Prognose gemäß einer Ausführungsform der Erfindung nicht weiter geglättet, sondern kann direkt übernommen werden. Diese Prognose liegt bereits ohne Glättung sehr nahe am Zielwert.

[0050] Der Pseudocode kann wie folgt dargestellt werden:

wenn Konfidenz der aktuellen Prognose > Konfidenz einer als gesichert angenommen Prognose

dann aktuelle Prognose = ursprüngliche Prognose

[0051] Falls eine Prognose eine sehr niedrige absolute Konfidenz hat z.B. < 20% und die letzte Prognose eine höhere Konfidenz hat, dann wird die letzte prognostizierte Restzeit gemäß einer Ausführungsform der Erfindung weiter heruntergezählt.

wenn (Konfidenz der aktuellen Prognose < minimal notwendige Konfidenz) und (Konfidenz der letztes Prognose > minimal notwendige Konfidenz)

dann aktuelle Prognose = letzte Prognose - 1

[0052] Figur 3 zeigt die geglättete Restzeitprognose gemäß einer Ausführungsform der Erfindung. Die nachteiligen Effekte können wie folgt verringert werden:

Zu 1) Der Einbruch der prognostizierten Restzeit wird vermieden.

Zu 2) Der Jitter der Restzeitprognose wird geglättet.

Zu 3) Die kurzfristigen Spikes mit verringerter Konfidenz werden ignoriert.

Zu 4) Die großen Schwankungen in der Restzeitprognose werden verringert.

[0053] Der folgende Pseudocode zeigt eine beispielhafte Implementierung für das Verfahren gemäß einer Ausführungsform der Erfindung mit Glättung in Python, wobei zusätzliche Nebenbedingungen, z.B. keine negative Restzeit, berücksichtigt wurden.

```
def uszpglaetter(uszp, uszp_conf, letz-
    ter_uszp, letzte_uszp_conf, sgr_diff, integra-
    tor_state):

    # Parameter:
    # max Differenz zwischen den letzten Prognoseschritten bis zu
    # der der Count-Down weitergeführt wird
    eps=0.20;
    # gain-Faktor für Integration von Prognoseabweichungen
    integrator_gain=0.2
    # gain-Faktor für Glättung des aktuellen Prognosewertes
    filter_gain=0.40
    # minimale Konfidenz unter der die Prognose verworfen und der
    # Countdown weitergeführt wird
    min_conf=0.2
    # max. Konfidenzwert, oberhalb dessen die Prognose übernommen
    # und nicht mehr geglättet wird
    max_conf=0.95
```

```

# min relative Konfidenz zwischen zwei Zeitschritten unter
# der die Prognose verworfen und der Countdown wei-
5   tergeführt wird
min_rel_conf=0.8
# aktuellen Wert speichern
10  orgUszp=uszp
# Distanz zwischen Count-Down und Differenz zwischen der
# letzten und aktuellen Prognose
15  dist=(np.abs(uszp-letzter_uszp +1))
if(dist<=letzter_uszp*eps):
# wenn Differenz zwischen Prognosen kleiner als eps*Wert
# (z.B. 20% des letzten Prognosewertes) wird
20  weiter herunter gezählt
uszp=letzter_uszp-1;
25  if(uszp<0):
# prognose kann nicht kleiner als 0 sein
uszp=0
30  else:
# Differenz der Prognosen ist größer als eps*wert:
# - Filterung der Prognose mit einem IIR-Filter ersten Ord-
35  nung mit gegebenen Gain-Faktor * Konfidenz
# - Countdown des gefilterten Wertes um eine Sekunde
uszp=letzter_uszp+np.round((uszp-
40  letzter_uszp)*filter_gain*uszp_conf)
# Integration der Abweichung zwischen geglätteter und unver-
# änderter Prognose
45  integrator_state=integrator_state+(orgUszp-uszp) * integra-
# tor_gain * uszp_conf
# Rücksetzen des Integrator wenn nan-Werte z.B. aus Prognose
50  auftreten
if(np.isnan(integrator_state)):
integrator_state=0
55  if(integrator_state>1):
# wenn Integrator Wert von 1 überschreitet:

```

```

# - Anhebung der Progtnose um eins
# - Absenkung des Integrationswertes um 1
5  uszp=uszp+1
   integrator_state=integrator_state-1
   if(integrator_state<-1):
10  # wenn Integrator Wert von -1 unterschreitet:
   # - Absenkung der Progtnose um eins
   # - Anhebung des Integrationswertes um 1
15  uszp=uszp-1
   integrator_state=integrator_state+1
   if(uszp_conf>max_conf):
20  # wenn aktuelle Konfidenz oberhalb des max. Wertes:
   # - Übernahme der ungeglätteten Prognose
   # - Rücksetzen des Inegrators
25  uszp=orgUszp
   integrator_state=0
   if((letzte_uszp_conf>0) and
30       (uszp_conf/letzte_uszp_conf<min_rel_conf)):
   # wenn relative Konfidenz im Vergleich zum letzten Zeit-
       schritt kleiner gegebenen Parameter (z.B. 80%) wird
       der Count-Down weitergeführt
35  uszp=letzter_uszp-1;
   if((uszp_conf<min_conf) and (letzte_uszp_conf>min_conf) and
40       (letzter_uszp>1)):
   # wenn die Konfidenz unterhalb eines Minimalwertes liegt und
       der Countdown noch nicht bei 0 angekommen ist wird
       der Count-Down weitergeführt
45  uszp=letzter_uszp-1;
   if(sgr_diff!=0):
50  # wenn die Signalgruppe umgeschaltet hat:
   # - Übernahme der unveränderten Prognose
   # - Rücksetzen des Integrators
55  uszp=orgUszp;
   integrator_state=0

```

```

# Rückgabewerte:
# - geglättete Prognose
# - Zustand des Integrators
return [uszp, integrator_state]

```

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bestimmen eines angepassten aktuellen Restzeitwerts für eine Anlage, aufweisend die Schritte:
 - a. Bereitstellen einer Mehrzahl vorheriger Restzeitwerte mit jeweils mindestens einer zugehörigen Konfidenz in einem bestimmten Zeitraum (S1), aufweisend
 - b. mindestens einen letzten vorherigen Restzeitwert aus der Mehrzahl der vorherigen Restzeitwerte, welcher dem aktuellen Restzeitwert zeitlich in dem bestimmten Zeitraum unmittelbar vorausgeht;
 - c. Empfangen des aktuellen Restzeitwerts mit mindestens einer aktuellen Konfidenz (S2); und
 - d. Bestimmen des angepassten aktuellen Restzeitwerts auf Basis mindestens eines vorherigen Restzeitwerts der Mehrzahl der vorherigen Restzeitwerte mit den jeweiligen zugehörigen Konfidenzen in Abhängigkeit von der aktuellen Konfidenz (S3).
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Restzeitwerte und Konfidenzen über mindestens eine Eingabeschnittstelle von einer Recheneinheit oder Speichereinheit empfangen werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei die Restzeitwerte und Konfidenzen Ausgabewerte eines neuronalen Netzes sind.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, weiterhin aufweisend
 - Bereitstellen des aktuellen Restzeitwerts als angepassten aktuellen Restzeitwert, falls die mindestens eine aktuelle Konfidenz des aktuellen Restzeitwerts einen festgelegten maximalen Grenzwert überschreitet;
 - Bestimmen des angepassten aktuellen Restwerts durch Extrapolieren des letzten vorherigen Restzeitwerts, falls die mindestens eine aktuelle Konfidenz des aktuellen Restzeitwerts einen festgelegten minimalen Grenzwert unterschreitet, und
 - Bereitstellen des extrapolierten Restzeitwerts als angepassten aktuellen Restzeitwert; oder
 - Bestimmen des angepassten aktuellen Restzeitwerts durch Extrapolieren des letzten vorherigen Restzeitwerts, falls die mindestens eine aktuelle Konfidenz des aktuellen Restzeitwerts einen bestimmten Prozentsatz der vorherigen Konfidenz des letzten vorherigen Restzeitwerts unterschreitet und
 - Bereitstellen des extrapolierten Restzeitwerts als angepassten aktuellen Restzeitwert.
5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei das Extrapolieren das lineare Herunterzählen einer vorbestimmten Zykluszeit der Anlage durch eine Zähleinheit umfasst.
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder Anspruch 5, wobei der maximale Grenzwert eine Konfidenz größer als 90%, bevorzugt 95% ist.
7. Verfahren nach Anspruch 4 oder Anspruch 5, wobei der minimale Grenzwert eine Konfidenz zwischen 20% und 30% liegt.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Anlage eine Lichtsignalanlage oder sonstige Anlage im Bereich des Verkehrs ist.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, weiterhin aufweisend den Schritt Durchführen einer Maßnahme, wobei die Maßnahme ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus:
 - Ausgeben des angepassten aktuellen Restzeitwerts und/oder zugehöriger Daten auf einer Anzeigeeinheit,

EP 3 813 034 A1

- Speichern des angepassten aktuellen Restzeitwerts und/oder zugehöriger Daten in einer Speichereinheit, und
- Übermitteln des angepassten aktuellen Restzeitwerts und/oder zugehöriger Daten an eine Recheneinheit.

10. Bestimmungseinheit zum Durchführen des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

11. Computerprogrammprodukt mit einem Computerprogramm, das Mittel zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9 aufweist, wenn das Computerprogramm auf einer programmgesteuerten Einrichtung zur Ausführung gebracht wird.

FIG 1

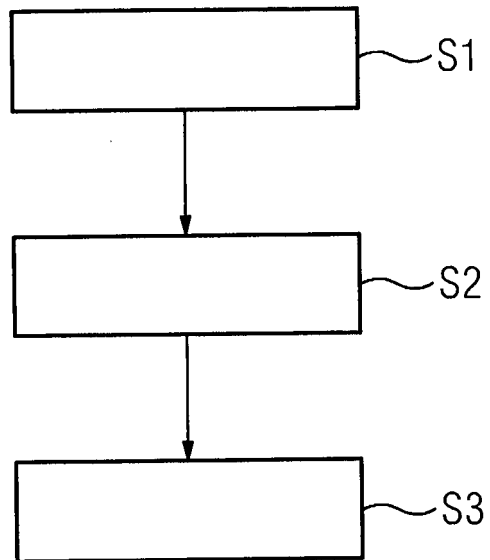


FIG 2

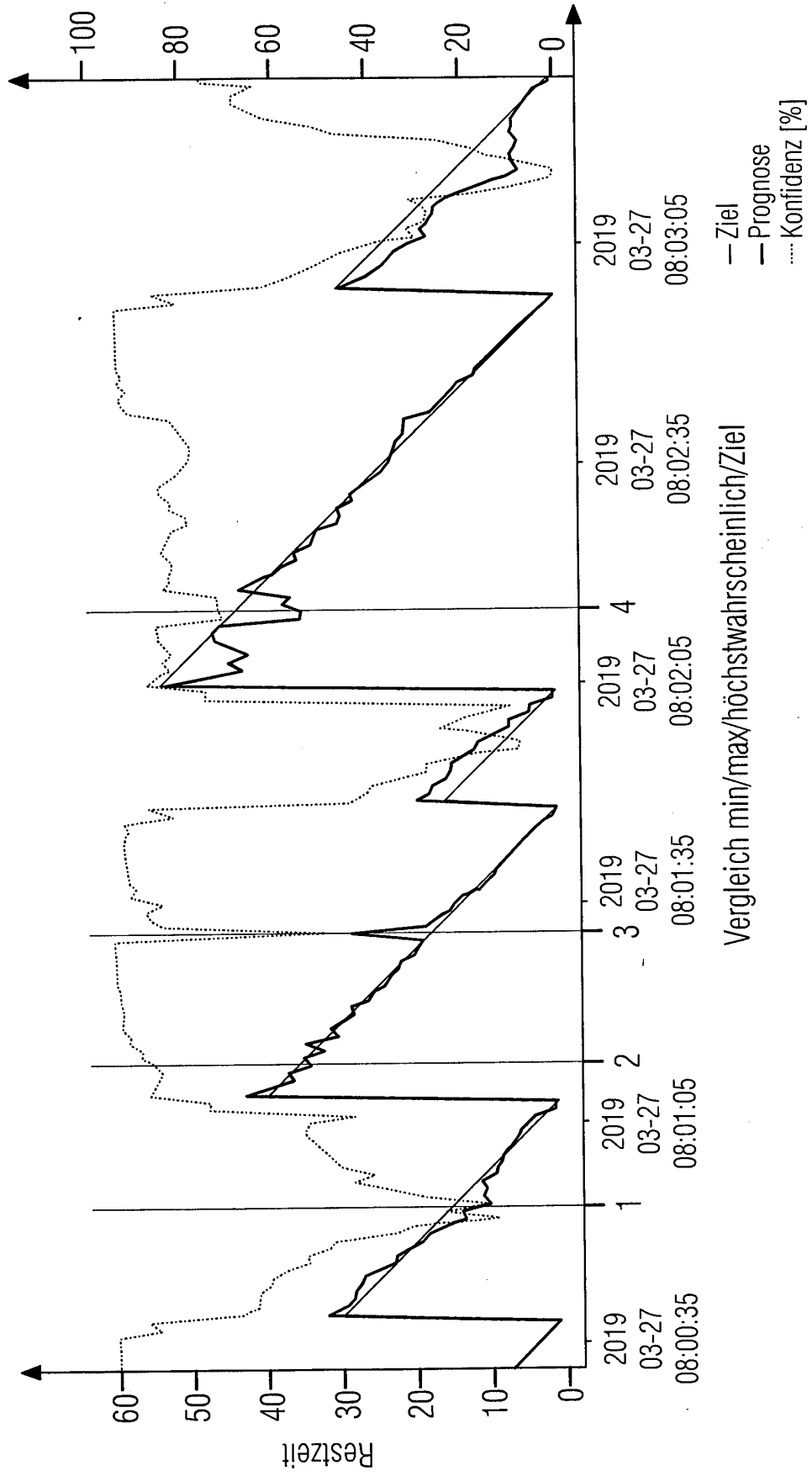
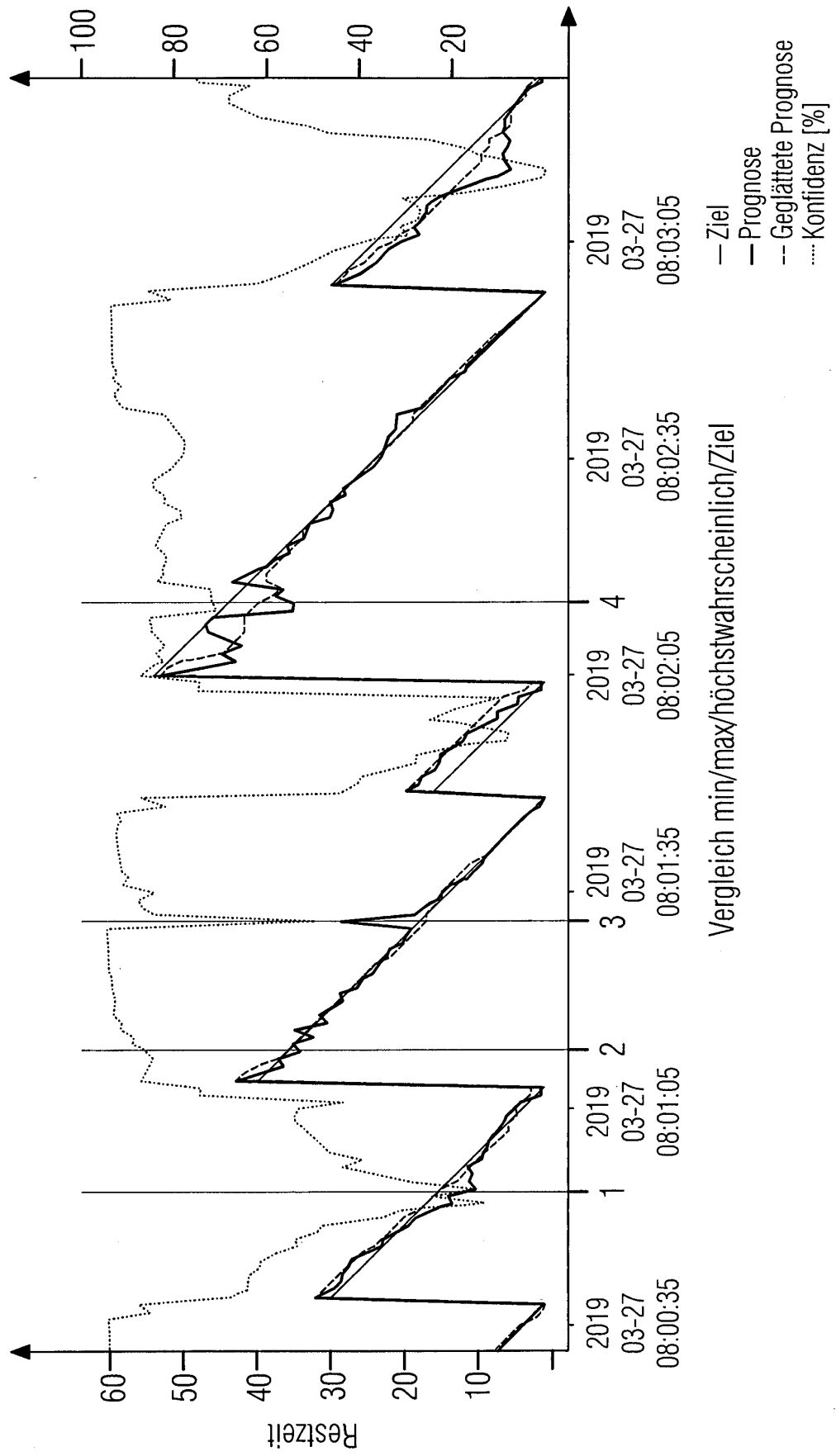


FIG 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 20 4612

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 3 340 204 A1 (URBAN SOFTWARE INST GMBH [DE]) 27. Juni 2018 (2018-06-27)	1,2,4-11	INV. G08G1/096 G08G1/0967
Y	* Zusammenfassung * * Absätze [0006] - [0013], [0016] - [0022], [0031] - [0033], [0037], [0038], [0044], [0047], [0048], [0052], [0053], [0072], [0073] * * Absätze [0075] - [0078], [0080], [0081] * * Ansprüche 1-15 * * Abbildungen 1,8,9 *	3	
Y	EP 3 438 946 A2 (SIEMENS AG [DE]) 6. Februar 2019 (2019-02-06)	3	
A	* Zusammenfassung * * Absätze [0001], [0003], [0004], [0006], [0008], [0009], [0017], [0018], [0020], [0022], [0028], [0029], [0033], [0039] - [0041] * * Ansprüche 1-18 * * Abbildungen 1,5 *	1,2,4-11	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
X	DE 10 2013 204241 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 18. September 2014 (2014-09-18)	1,2,4-11	G08G
A	* Zusammenfassung * * Absätze [0001], [0004], [0005], [0007], [0016], [0017], [0020], [0026], [0034], [0045], [0055], [0057], [0059], [0061], [0066], [0078], [0079] * * Ansprüche 1-14 *	3	
	----- -/-		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 24. April 2020	Prüfer Quartier, Frank
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 20 4612

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 3 144 918 A1 (URBAN SOFTWARE INST GMBH [DE]) 22. März 2017 (2017-03-22) * Zusammenfassung * * Absätze [0007], [0008], [0011], [0026], [0027], [0031], [0050], [0052], [0057] - [0060] * * Ansprüche 1,5,6,9,14 * * Abbildungen 1,2,9 * -----	1-11	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 24. April 2020	Prüfer Quartier, Frank
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

 1
EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 19 20 4612

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

24-04-2020

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 3340204 A1	27-06-2018	AU 2017245388 A1	12-07-2018
		EP 3340204 A1	27-06-2018
		HU E043452 T2	28-08-2019
		SG 10201708433S A	30-07-2018
		US 2018181884 A1	28-06-2018

EP 3438946 A2	06-02-2019	DE 102017213350 A1	07-02-2019
		EP 3438946 A2	06-02-2019

DE 102013204241 A1	18-09-2014	KEINE	

EP 3144918 A1	22-03-2017	AU 2016206230 A1	06-04-2017
		CN 107025794 A	08-08-2017
		EP 3144918 A1	22-03-2017
		HU E038758 T2	28-11-2018
		SG 10201605893X A	27-04-2017
		US 2017084172 A1	23-03-2017

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82