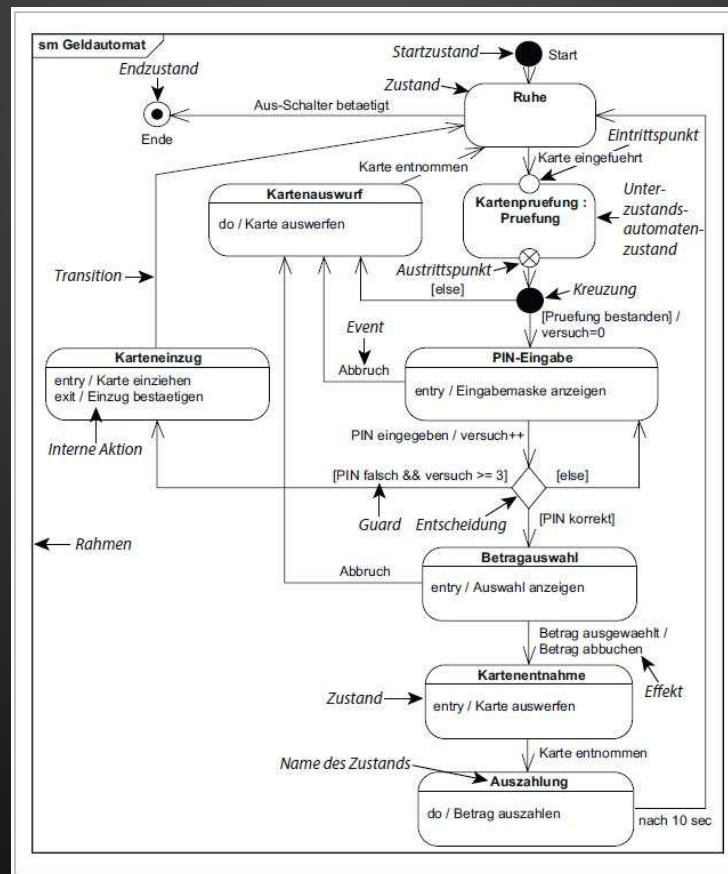


A decorative graphic on the left side of the slide, consisting of a network of light blue lines and circles, resembling a circuit board or a neural network, extending from the top to the bottom.

ZUSTANDSDIAGRAMM

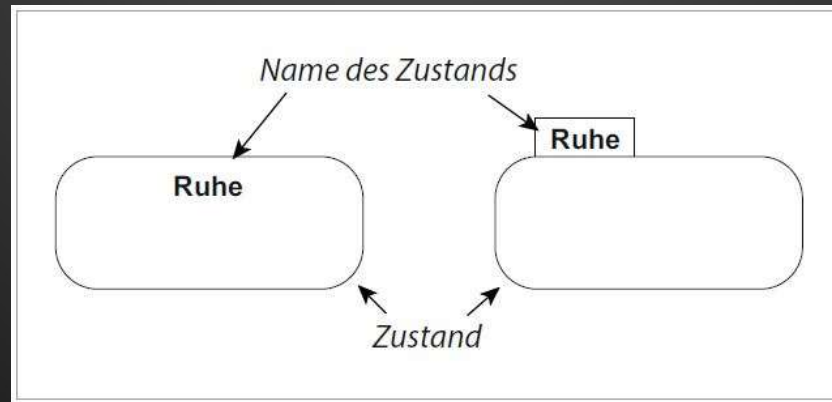
MARKUS SZYSKA

ÜBERSICHT



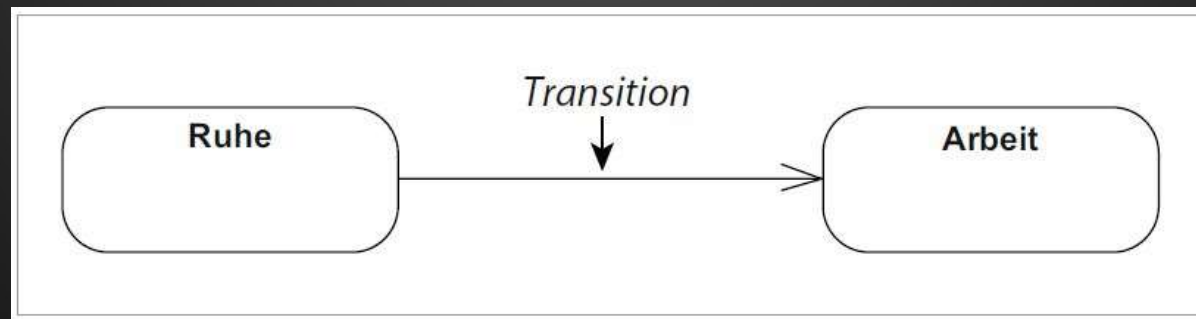
ZUSTAND

Ein **Zustand** (engl. *SimpleState*) modelliert eine **Situation**, in der gewisse genau definierte Bedingungen gelten.



TRANSITION

Eine **Transition** (engl. *Transition*) ist eine gerichtete Beziehung zwischen zwei Zuständen und stellt einen **Zustandsübergang vom Quell- zum Zielzustand** dar.



CALL-EVENT

CallEvent

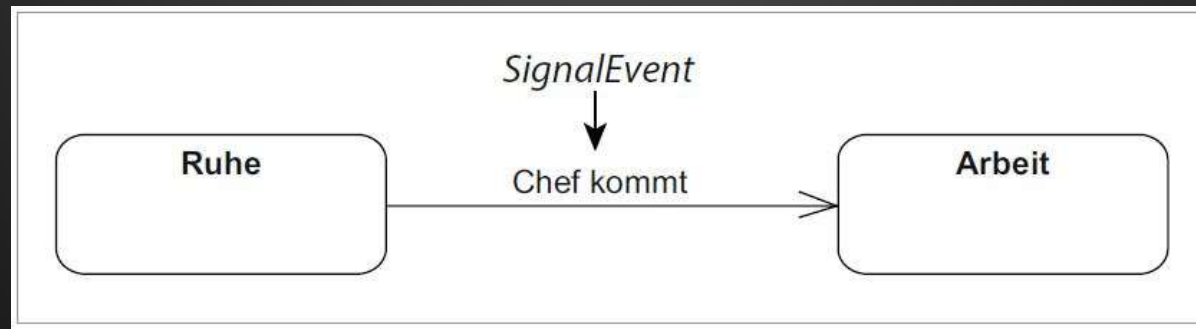
Repräsentiert das Empfangen einer Anfrage, eine gewisse Operation durchzuführen. Der aktive Zustand reagiert darauf mit der Ausführung der geforderten Operation und einer eventuellen Transition in einen weiteren Zustand:



SIGNAL-EVENT

SignalEvent

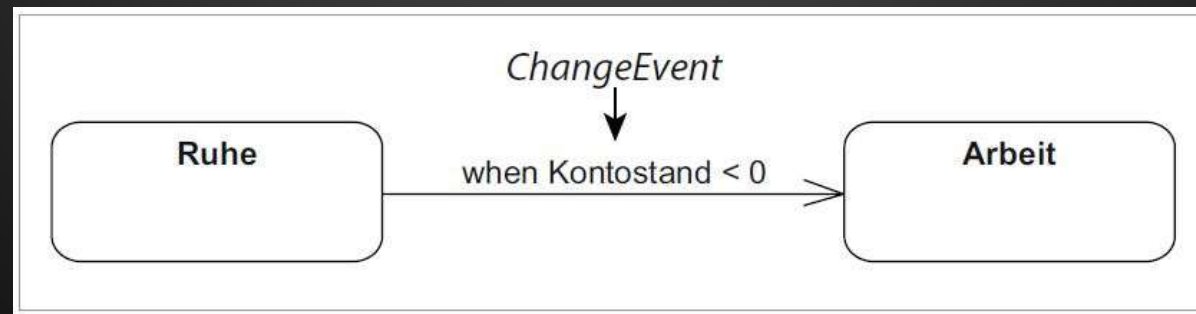
Ein SignalEvent wird ausgelöst (man sagt auch, er »feuert«), wenn das Objekt im aktuellen Zustand ein asynchrones Signal empfängt.



CHANGE-EVENT

ChangeEvent

Ein ChangeEvent wird als ein boolescher Ausdruck mit einem vorangestellten when notiert und wird ausgelöst, wenn sich einer oder mehrere Attributwerte des Objekts so ändern, dass der Wert des booleschen Ausdrucks von false nach true umschaltet:



TIME-EVENT

TimeEvent

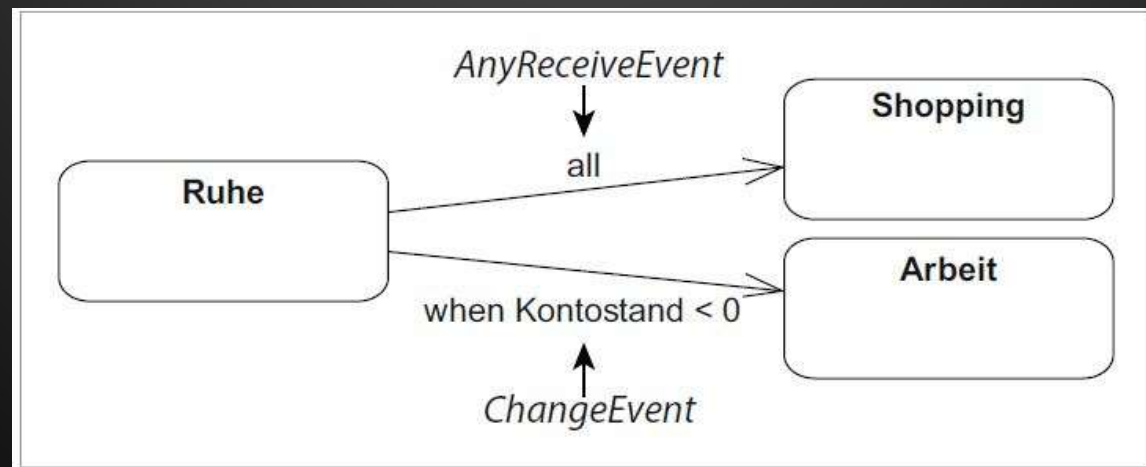
Ein TimeEvent definiert einen Zeitpunkt oder eine Zeitspanne, nach der die spezifizierte Reaktion stattfinden muss:



ANY-RECEIVE-EVENT

AnyReceiveEvent

Die Reaktion auf ein AnyReceiveEvent wird bei allen eintreffenden Events ausgeführt, für die keine gesonderte Reaktion definiert ist. Ein AnyReceiveEvent wird mit dem Schlüsselwort `all` notiert:



MEHRERE EVENTS AN EINER TRANSITION

Lösen Events dieselbe Transition aus, können sie, durch Kommas getrennt, hintereinander notiert werden.



GUARD

Guard

Eine Transition wird nur ausgeführt, wenn ihr Guard zu true ausgewertet wird. Obwohl er ebenfalls mit einem booleschen Ausdruck notiert wird (eingeschlossen in eckigen Klammern), sollte er nicht mit dem ChangeEvent verwechselt werden. Es ist durchaus üblich, dass ein ChangeEvent eine Transition eigentlich triggert, sie aufgrund des Guards jedoch nicht ausgeführt wird:



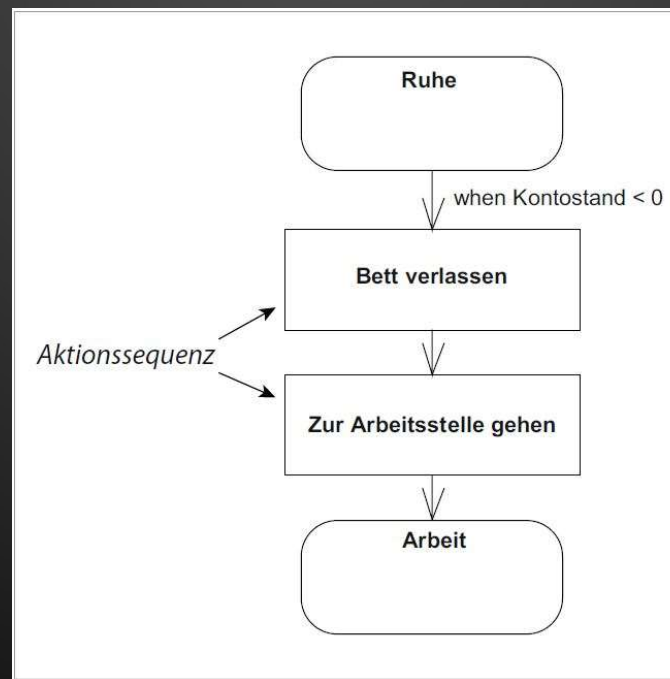
EFFEKT

Ein Effekt definiert Aktionen, die bei einer Transition ausgeführt werden, und wird nach einem Schrägstrich notiert:



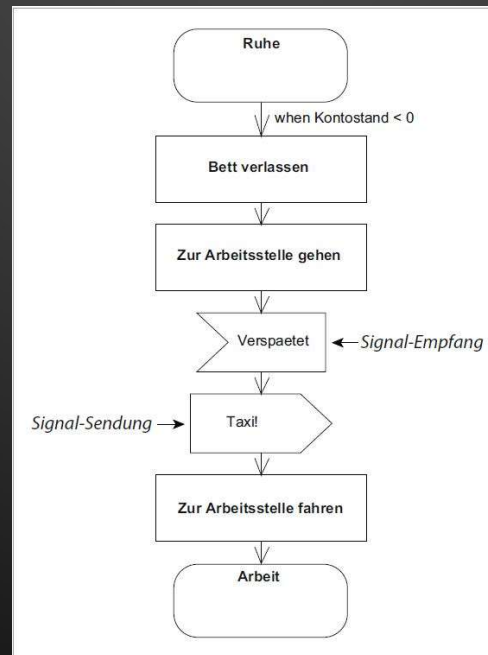
AKTIONSSSEQUENZ

Eine Sequenz von Aktionen während einer Transition kann auch auf die folgende Art notiert werden:



SIGNAL-SENDUNG UND SIGNAL-EMPFANG

Die UML erlaubt ebenfalls, während einer Transition Signale zu senden und zu Empfangen.



EVENTS

Wie bereits zuvor erwähnt wurde, definiert die UML unterschiedliche Arten von Reaktionen, die ein Objekt bei einem Event durchführen kann:

Ignorieren von Events

Trifft ein Event auf einen aktiven Zustand, der keinerlei Definition enthält, wie darauf reagiert werden soll, wird es konsumiert (es wird nicht aufbewahrt), löst jedoch keinerlei Reaktion aus.

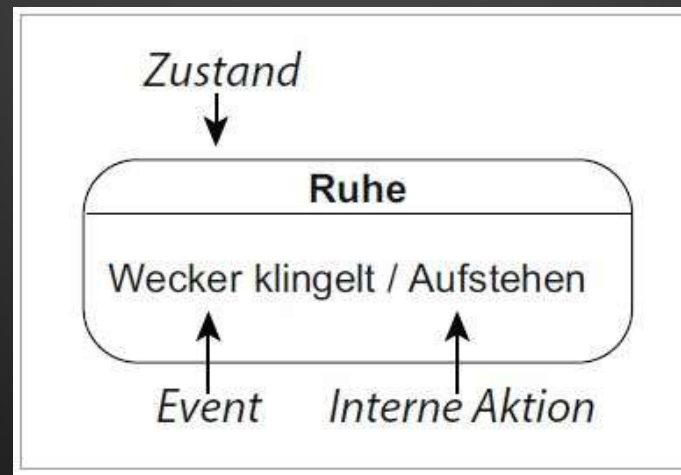
Transition zu einem anderen Zustand

Als Folge des Empfangens eines Events wird eine Transition zu einem anderen Zustand durchgeführt.

INTERNE AKTION

Interne Aktionen

Aufgrund eines Events wird lediglich eine Aktion ausgeführt, der Zustand wechselt nicht:



SPEZIELLE INTERNE AKTION

entry

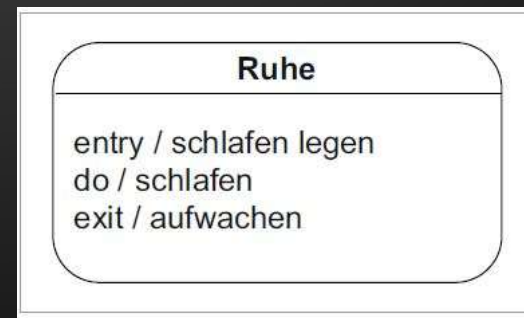
Die Aktion wird beim Betreten des Zustands ausgeführt und zu Ende gebracht, bevor jegliche weitere Aktionen aufgerufen werden.

do

Die Aktion startet nach dem Betreten des Zustands (und nach einer eventuellen entry-Aktion) und wird so lange ausgeführt, bis sie endet oder der Zustand wieder verlassen wird.

exit

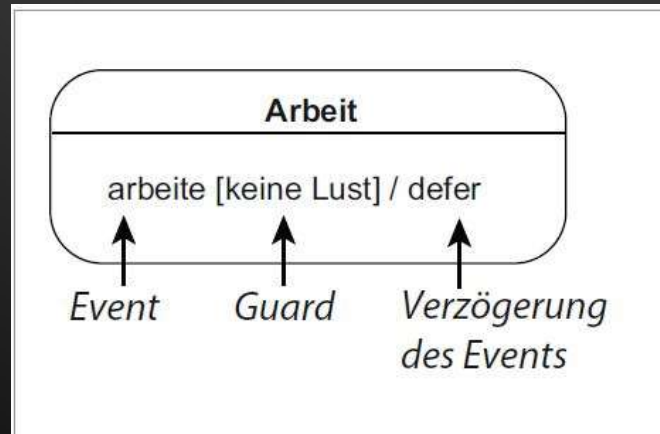
Vor dem Verlassen eines Zustands, jedoch nach der entry- oder auch der do-Aktion wird die exit-Aktion aufgerufen und vollständig abgearbeitet. Der Zustand kann erst hiernach verlassen werden.



VERZÖGERUNG EINES EVENTS

Verzögern von Events

Ein bestimmtes Event kann verzögert (engl. *deferred*) werden, falls im jeweiligen Zustand nicht darauf reagiert werden soll. Das Event wird aufbewahrt und bei jedem Zustandswechsel dem neuen Zustand angeboten, bis das Objekt einen Zustand erreicht, in dem das verzögerte Event eine Reaktion auslöst und das Event damit »verbraucht« wird:

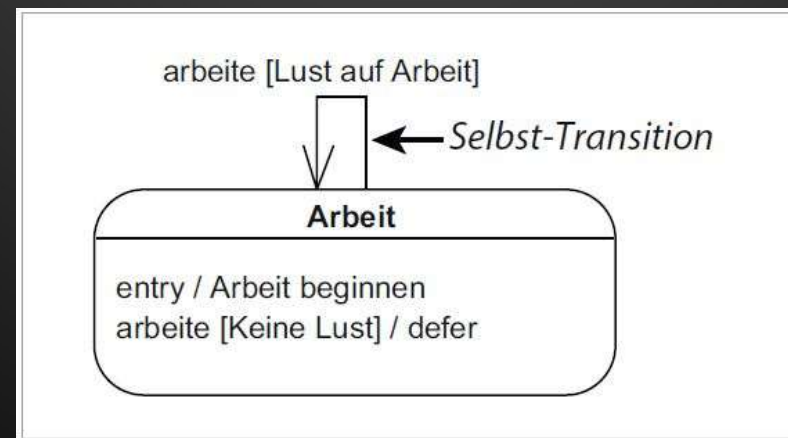


SELBST-TRANSITION

Selbst-Transition

Die Transition erfolgt nicht zu einem anderen Zustand, sondern führt wieder zu ihrem Quellzustand zurück.

Im Gegensatz zu einer internen Aktion wird der Zustand tatsächlich verlassen. Eventuell definierte exit- bzw. entry-Aktionen werden demnach beim Verlassen bzw. Wiederbetreten des Zustands ausgeführt.



A decorative graphic on the left side of the slide, consisting of a network of light blue lines and circles. The lines are vertical and horizontal, with some diagonal segments, and the circles are of varying sizes, resembling a circuit board or a stylized tree structure.

STARTZUSTAND, ENDZUSTAND UND TERMINATOR

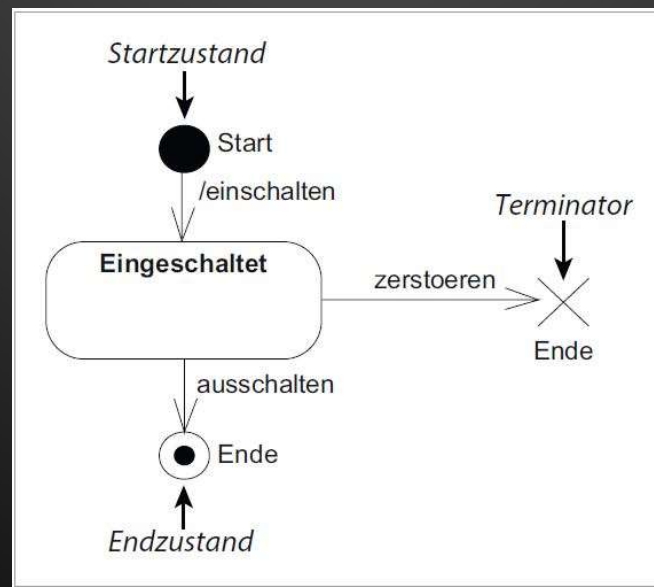
MARKUS SZYSKA

STARTZUSTAND, ENDZUSTAND UND TERMINATOR

Der **Startzustand** (engl. *Initial*) stellt den **Startpunkt** des Zustandsautomaten dar.

Die Ausführung einer **Region oder Ebene von Zuständen** ist beim Erreichen eines **Endzustands** (engl. *FinalState*) beendet.

Die Ausführung eines ganzen **Zustandsautomaten** ist beim Erreichen eines **Terminators** (engl. *Terminator*) beendet.





ENTSCHEIDUNG UND KREUZUNG

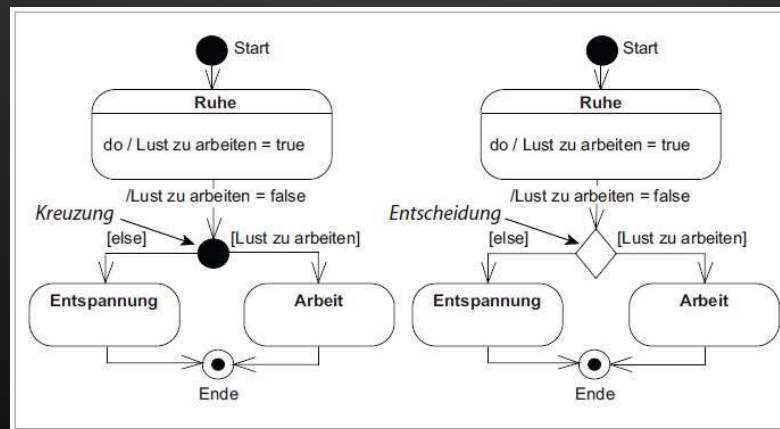
MARKUS SZYSKA

ENTSCHEIDUNG UND KREUZUNG

Eine **Kreuzung** (engl. *Junction*) modelliert eine **Hintereinanderschaltung** von Transitionen. **Entscheidungen** (engl. *Choices*) modellieren **dynamische Verzweigungen**.

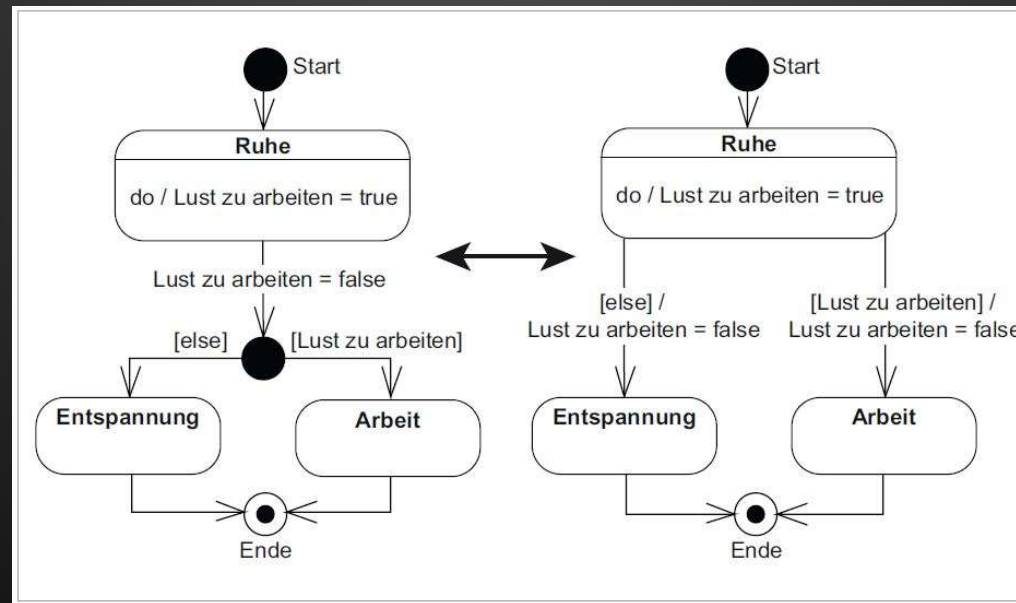
Im rechten Zustandsdiagramm wird *zunächst* die ausgehende Transition ausgeführt, der Attributwert also auf false gesetzt, bevor an der Entscheidung die nächste Transition bestimmt wird. Der nächste Zustand würde hier Entspannung sein.

Im linken Zustandsdiagramm wird die Auswahl der nächsten Transition bereits beim Verlassen des Zustands Ruhe getroffen. Der Attributwert von Lust zu arbeiten ist an dieser Stelle noch true, sodass die Transition zum Zustand Arbeit gewählt wird.



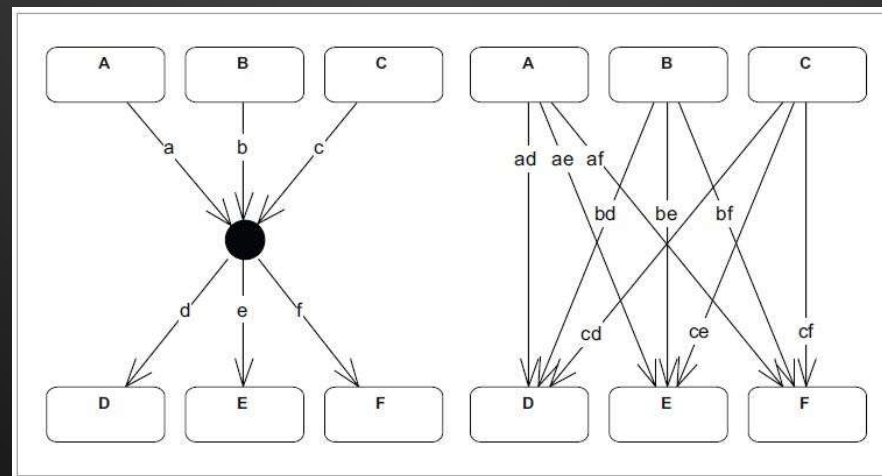
ERSETZUNG DER KREUZUNG DURCH ÄQUIVALENTE TRANSITIONEN

Damit kann das linke Zustandsdiagramm auch so notiert werden:



VEREINFACHUNG DER TRANSITION DURCH KREUZUNG

Kreuzungen können sowohl als dynamische Entscheidungen wie auch zur Zusammenfassung und Verzweigung von Transitionen verwendet werden. Ihre größten Vorteile offenbaren sich bei vielen sich kreuzenden Transitionen, deren Struktur durch den Einsatz von Kreuzungen deutlich vereinfacht wird:



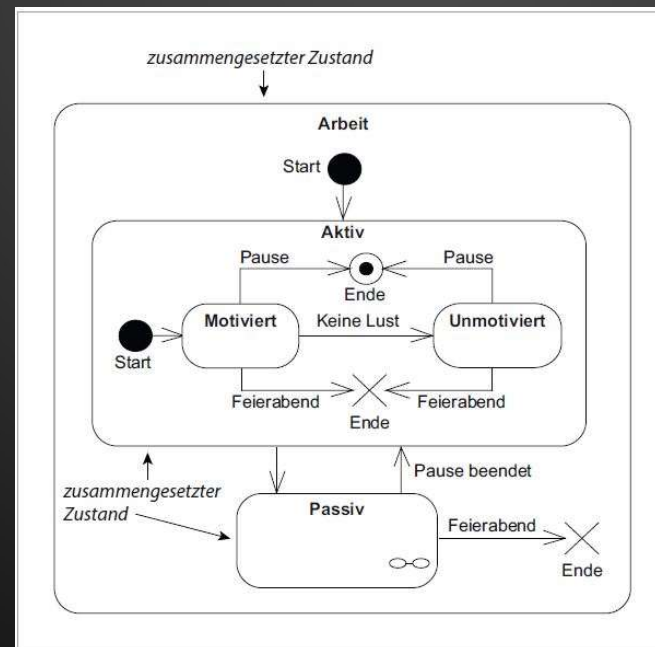


ZUSAMMENGESETZTER ZUSTAND

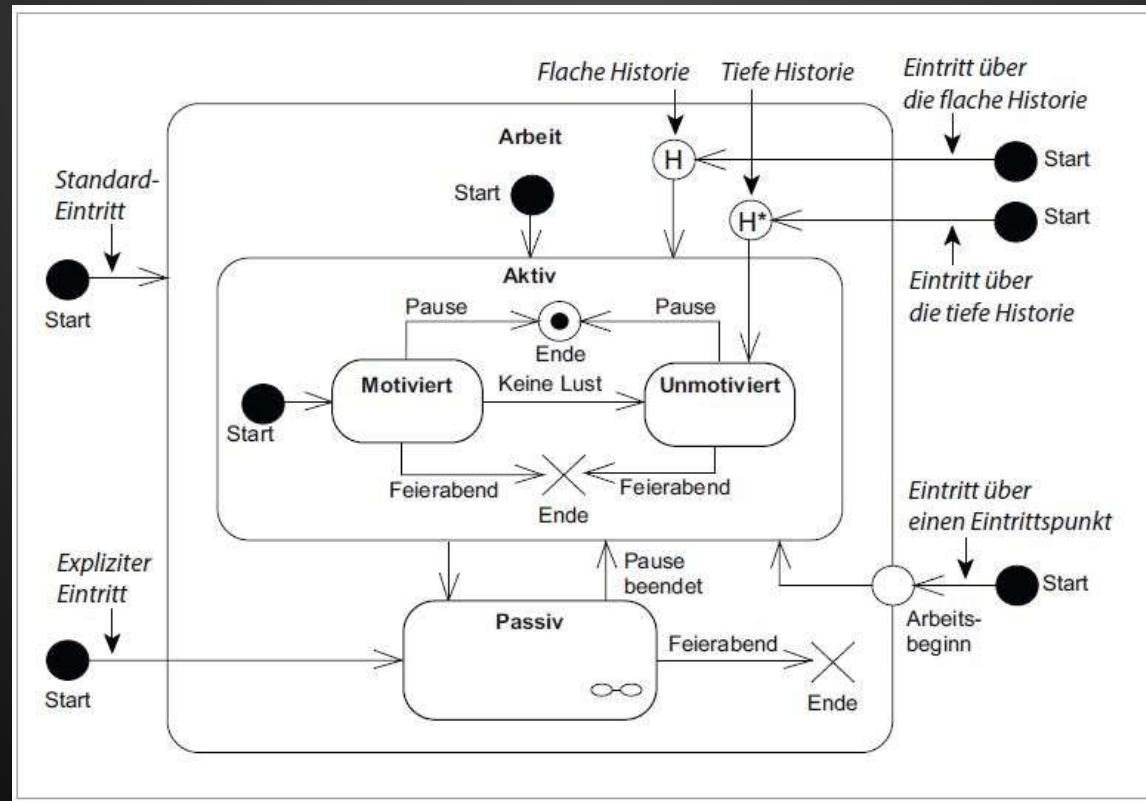
MARKUS SZYSKA

ZUSAMMENGESETZTE ZUSTÄNDE

Zusammengesetzte Zustände (engl. *Composite States*) modellieren Hierarchien von Zuständen.



FÜNF ARTEN, EINEN ZUSAMMENGESetzten ZUSTAND ZU BETRETEN



FÜNF ARTEN, EINEN ZUSAMMENGESETZTEN ZUSTAND ZU BETRETEN

Standard-Eintritt (engl. *Default Entry*)

Die Transition endet am Rand des zusammengesetzten Zustands, womit der modellierte Startzustand angesprungen und die Transition zum Zustand Aktiv durchgeführt wird.

Expliziter Eintritt (engl. *Explicit Entry*)

Die Transition durchbricht den Rand des zusammengesetzten Zustands und führt direkt zu einem speziellen Unterzustand. Hierdurch wird der vorgegebene Startzustand umgangen und ein expliziter Unterzustand aktiv.

Eintritt über einen Eintrittspunkt (engl. *Entry Point Entry*)

Die Transition endet am Eintrittspunkt eines zusammengesetzten Zustands, womit die den Eintrittspunkt verlassende Transition ausgeführt wird

FÜNF ARTEN, EINEN ZUSAMMENGESetzten ZUSTAND ZU BETRETEN

Eintritt über die flache Historie (engl. *Shallow History Entry*)

Die Transition durchbricht den Rand eines zusammengesetzten Zustands und führt zum Notationselement der flachen Historie (ein H umgeben von einem Kreis). Wurde der zusammengesetzte Zustand bereits betreten, wird damit der letzte vor dem Verlassen des Zustands aktive Unterzustand *der obersten Ebene* betreten. In unserem Beispiel könnte dies Aktiv oder Passiv sein.

Bei erstmaligem Betreten des zusammengesetzten Zustands wird die von der flachen Historie ausgehende Transition ausgeführt.

FÜNF ARTEN, EINEN ZUSAMMENGESetzten ZUSTAND ZU BETRETEN

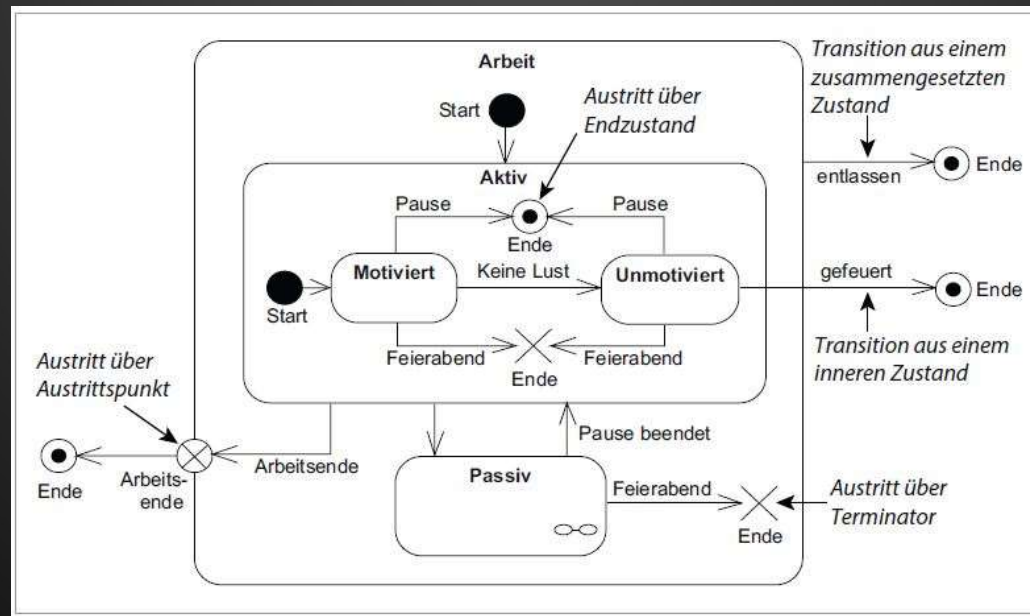
Eintritt über die tiefe Historie (engl. *Deep History Entry*)

Die Transition durchbricht den Rand eines zusammengesetzten Zustands und führt zum Notationselement der tiefen Historie (ein H^* umgeben von einem Kreis). Wurde der zusammengesetzte Zustand bereits betreten, wird damit der letzte vor dem Verlassen des Zustands aktive Unterzustand *der tiefstmöglichen Ebene* betreten. In unserem Beispiel könnte dies Motiviert, Unmotiviert oder einer der nicht gezeigten Unterzustände von Passiv sein.

Bei erstmaligem Betreten des zusammengesetzten Zustands wird die von der tiefen Historie ausgehende Transition ausgeführt.

Flache und tiefe Historie stellen damit eine Art Gedächtnis von Zustandsautomaten dar.

FÜNF ARTEN, EINEN ZUSAMMENGESetzten ZUSTAND ZU VERLASSEN



FÜNF ARTEN, EINEN ZUSAMMENGESetzten ZUSTAND ZU VERLASSEN

Austritt über Terminator

Durch den Terminator wird jeder Zustand »verlassen«, da die Ausführung des gesamten Zustandsautomaten beendet wird und damit der modellierte Lebensweg des Objekts endet.

Transition aus einem zusammengesetzten Zustand

Empfängt ein zusammengesetzter Zustand ein Event, das eine ausgehende Transition aktiviert, werden die inneren Zustände und der zusammengesetzte Zustand verlassen.

FÜNF ARTEN, EINEN ZUSAMMENGESetzten ZUSTAND ZU VERLASSEN

Transition aus einem inneren Zustand

Empfängt ein innerer Zustand ein Event, das eine Transition aktiviert, die aus dem zusammengesetzten Zustands heraus führt, wird dieser ebenfalls verlassen.

Austritt über Austrittspunkt (engl. *Exit Point Exit*)

Nach der Ausführung einer Transition zu einem Austrittspunkt des zusammengesetzten Zustands wird dieser verlassen und die vom Austrittspunkt ausgehende Transition wird ausgeführt.

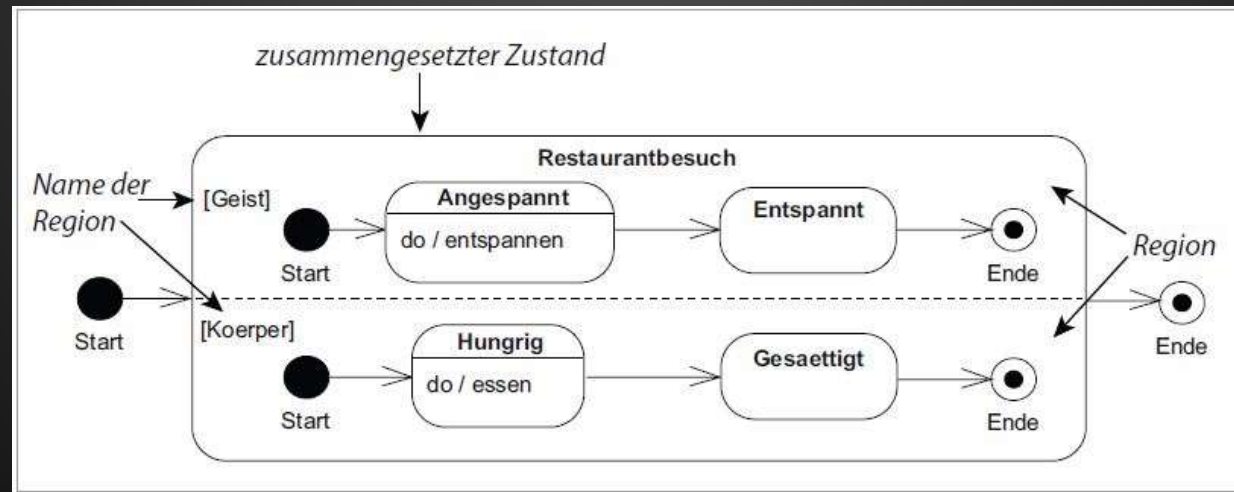


REGION

MARKUS SZYSKA

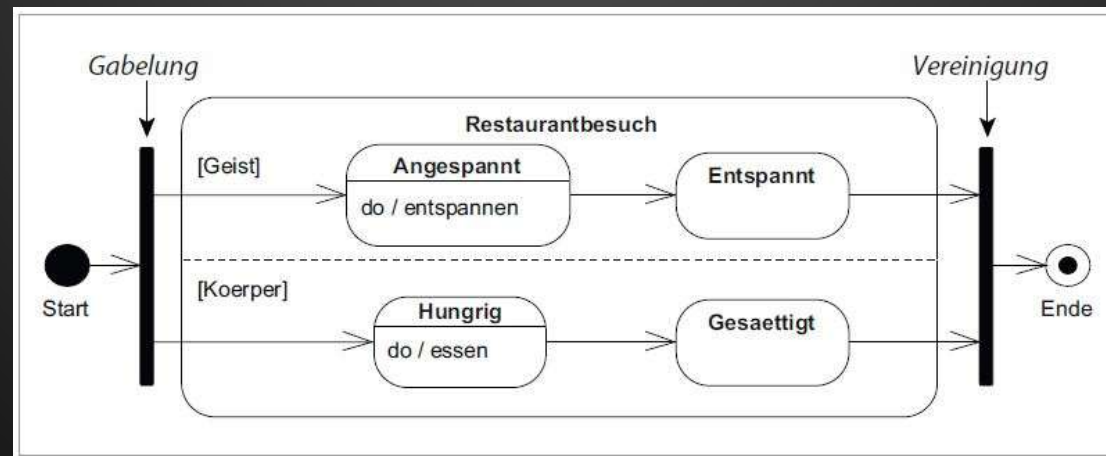
REGION

Regionen (engl. *Regions*) **teilen** zusammengesetzte Zustände oder ganze Zustandsautomaten **in disjunkte Bestandteile** auf.



GABELUNG UND VEREINIGUNG

Das Betreten und Verlassen von Regionen kann ebenfalls mithilfe von **Gabelungen** (engl. *Fork*) und **Vereinigungen** (engl. *Join*) notiert werden:



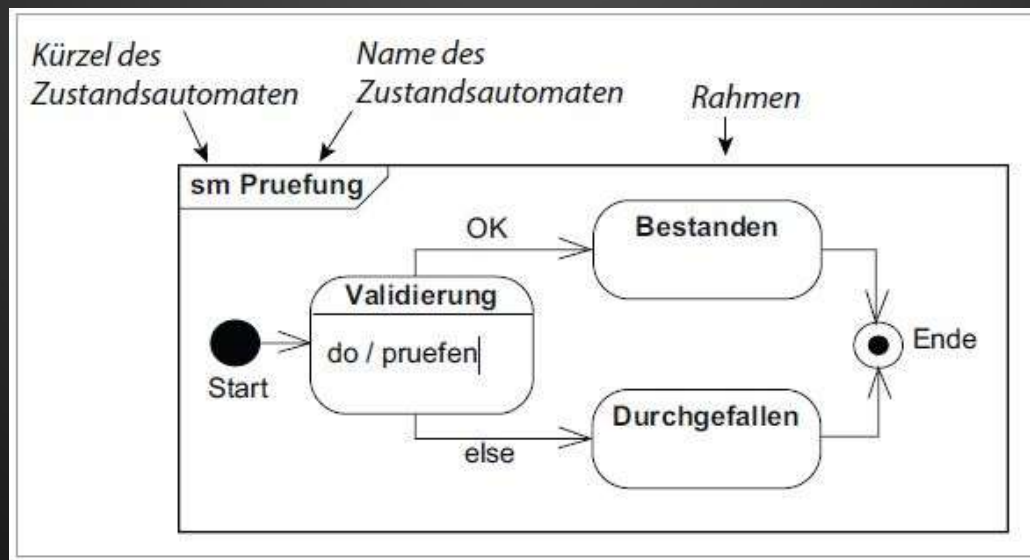
A decorative graphic on the left side of the slide, consisting of a network of light blue lines and circles, resembling a circuit board or a neural network, extending from the top and bottom edges towards the center.

RAHMEN EINES ZUSTANDSAUTOMATEN

MARKUS SZYSKA

RAHMEN EINES ZUSTANDSAUTOMATEN

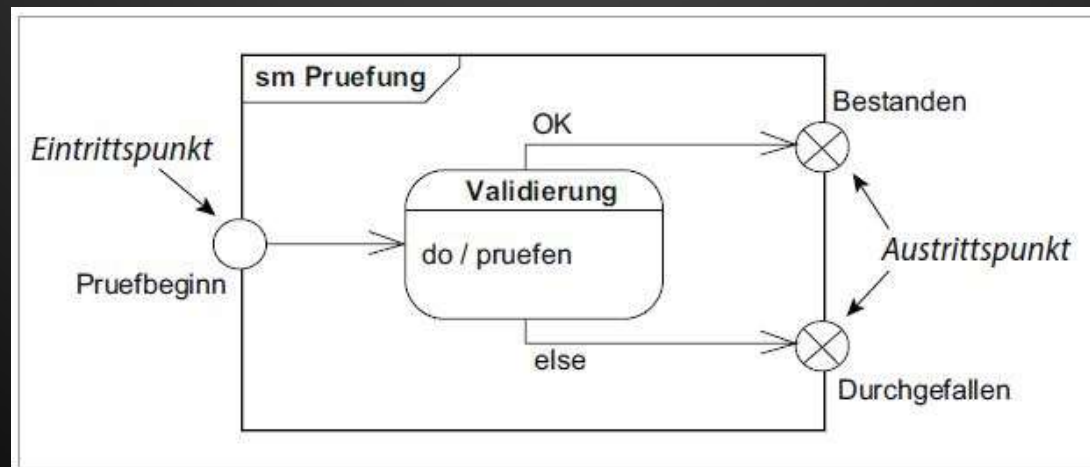
Ein **Zustandsautomat** kann **von einem Rahmen** (engl. *Frame*) **umfasst** und benannt werden. Das Kürzel **sm** steht für **state machine**, die englische Bezeichnung für einen Zustandsautomaten.



ZUSTANDSAUTOMAT MIT EINTRITTS- UND AUSTRITTPUNKTEN

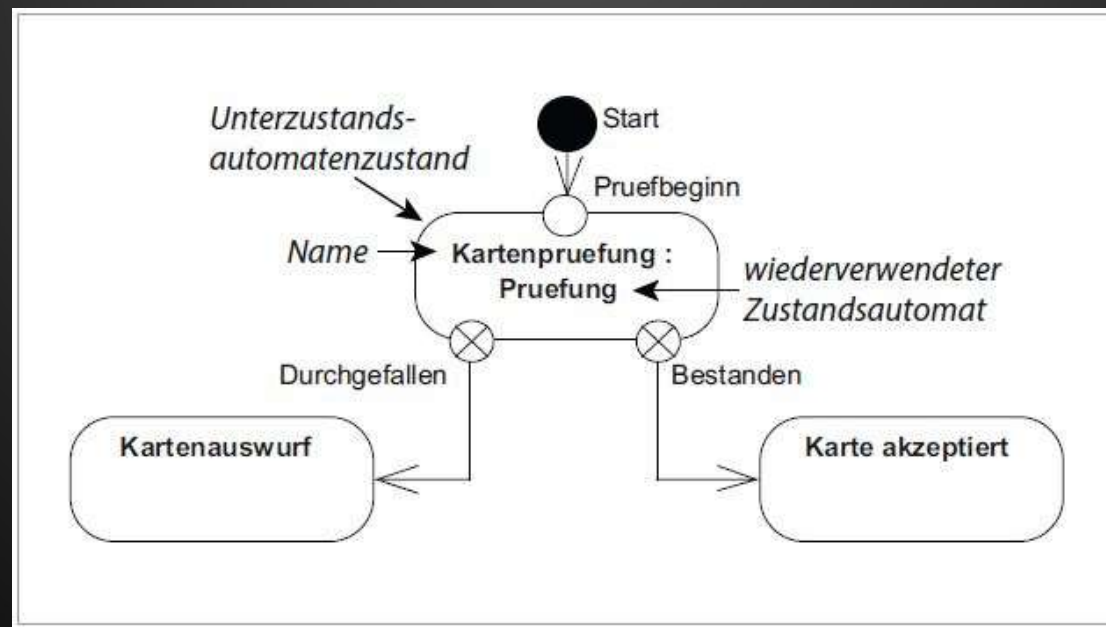
Durch die Umrahmung und Benennung ermöglicht man die Referenz des Zustandsautomaten in weiteren Zustandsautomaten.

Hierzu können statt Start- und Endzuständen **Eintritts- und Austrittspunkte** (engl. *Entry Points/Exit Points*) definiert werden, wodurch die Folge der Transitionen für die Wiederverwendung noch klarer wird.



UNTERZUSTANDSAUTOMATENZUSTAND

Zustände, die einen Zustandsautomaten wiederverwenden, werden auch als **Unterzustandsautomatenzustände** (engl. *Submachine States*) bezeichnet.



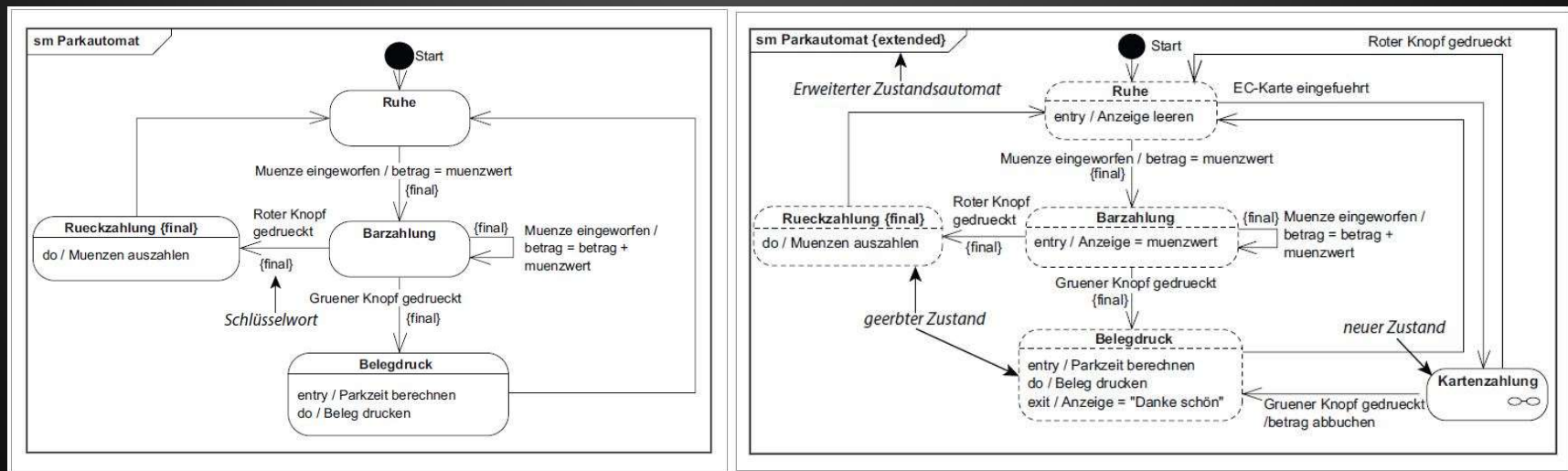
An abstract graphic on the left side of the slide, consisting of a network of light blue lines and circles. The lines are vertical and horizontal, with some diagonal segments, and the circles are small and open, resembling nodes or components of a circuit.

GENERALISIERUNG/ SPEZIALISIERUNG

MARKUS SZYSKA

GENERALISIERUNG/SPEZIALISIERUNG

Zustandsdiagramme können **generalisiert** und **spezialisiert** werden.



GENERALISIERUNG/SPEZIALISIERUNG

Ein spezialisierendes Zustandsdiagramm erbt alle Elemente des generalisierenden Zustandsdiagramms und darf weitere Elemente (Regionen, Zustände, Transitionen) hinzufügen bzw. neu definieren, wobei die folgenden Regeln einzuhalten sind:

- Ein einfacher Zustand kann zu einem zusammengesetzten Zustand oder durch Regionen erweitert werden.
- Zustände und Transitionen einer Region können durch neue Zustände und Transitionen ersetzt werden.
- Neue Zustände und Transitionen können hinzugefügt werden.
- Ein zusammengesetzter Zustand kann durch weitere Unterzustände oder Regionen erweitert werden.
- Einem zusammengesetzten Zustand können Ein- und Austrittspunkte hinzugefügt werden.
- Ein Unterzustandsautomatenzustand kann durch einen Unterzustandsautomatenzustand ersetzt werden, der dieselben Eintritts- und Austrittspunkte besitzt (weitere dürfen hinzugefügt werden).
- Der Zielzustand einer bestehenden Transition kann im spezialisierenden Zustandsdiagramm verändert werden, ihr Quellzustand und Event nicht.
- Zustände, Transitionen und Regionen, die durch Spezialisierung nicht mehr überschrieben und verändert werden sollen, müssen mit dem Schlüsselwort `{final}` gekennzeichnet werden.

A decorative graphic on the left side of the slide, consisting of a network of light blue lines and circles. The lines are vertical and horizontal, with some diagonal segments, and the circles are small and empty, resembling a circuit board or a stylized tree structure.

PROTOKOLL- ZUSTANDSAUTOMAT

MARKUS SZYSKA

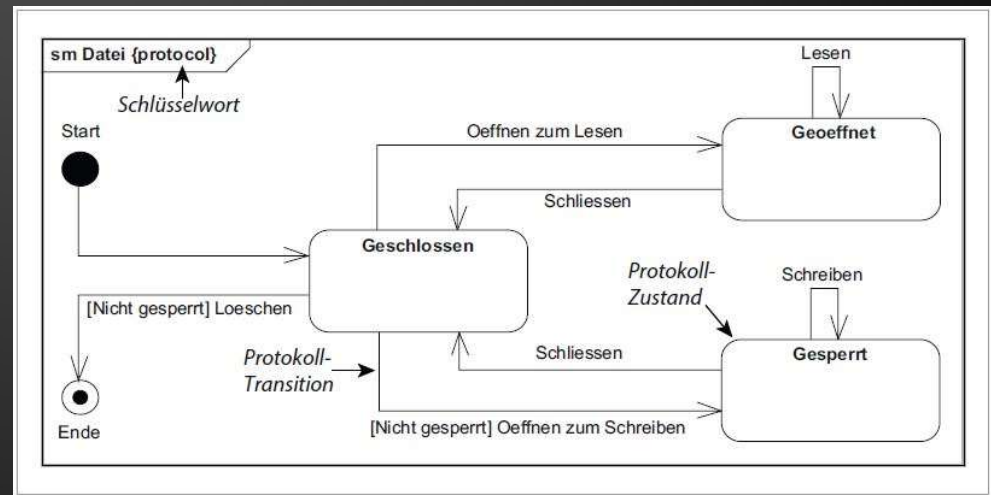
PROTOKOLL-ZUSTANDSAUTOMAT

Protokoll-Zustandsautomaten (engl. *ProtocolStateMachines*) stellen eine **Sonderform** der bisher vorgestellten **Verhaltens-Zustandsautomaten** dar und werden bei der **Modellierung von Protokollen** verwendet.

Ein Protokoll-Zustandsautomat definiert,

- welche *Operationen* eines Objekts
- in welcher *Reihenfolge*,
- in welchem *Zustand* und
- unter welchen *Vor- und Nachbedingungen*

aufgerufen werden dürfen.



PROTOKOLL-TRANSITION

Die Transitionen eines Protokoll-Zustandsautomaten können mit folgenden Informationen versehen werden:

Vorbedingung (engl. *Precondition*)

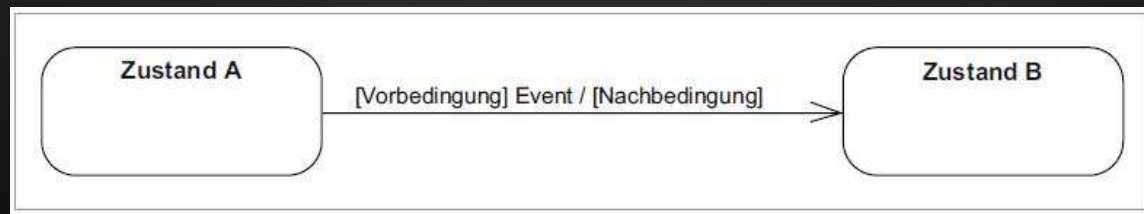
Definiert eine Einschränkung, die gültig sein muss, *bevor* die Transition ausgeführt wird.

Event

Löst die Transition aus und spezifiziert in einer Protokoll-Transition immer einen Operationsaufruf (*CallEvent*).

Nachbedingung (engl. *Postcondition*)

Definiert eine Einschränkung, die gültig sein muss, *nachdem* die Transition ausgeführt worden ist.



INVARIANTE

Die Situation des Objekts (die sogenannte Invariante) kann in Protokoll-Zustandsautomaten zusätzlich in eckigen Klammern angegeben werden:

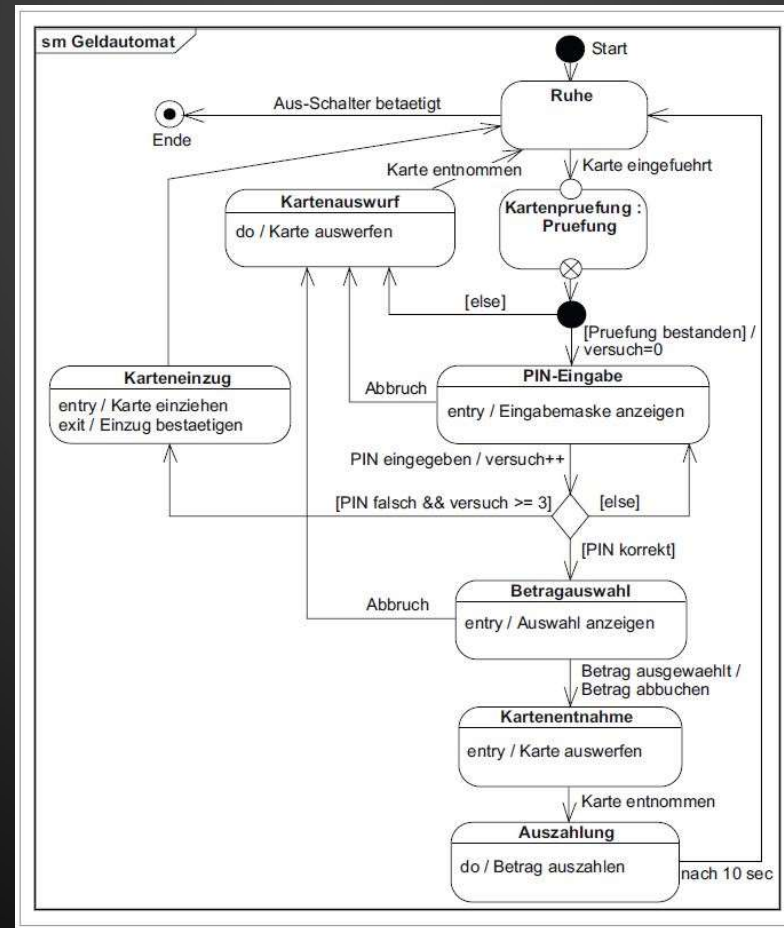


A decorative graphic on the left side of the slide, consisting of a network of light blue lines and circles, resembling a circuit board or a neural network, extending from the top and bottom edges towards the center.

LESEN EINES ZUSTANDSDIAGRAMMS

MARKUS SZYSKA

LESEN EINES ZUSTANDSDIAGRAMMS

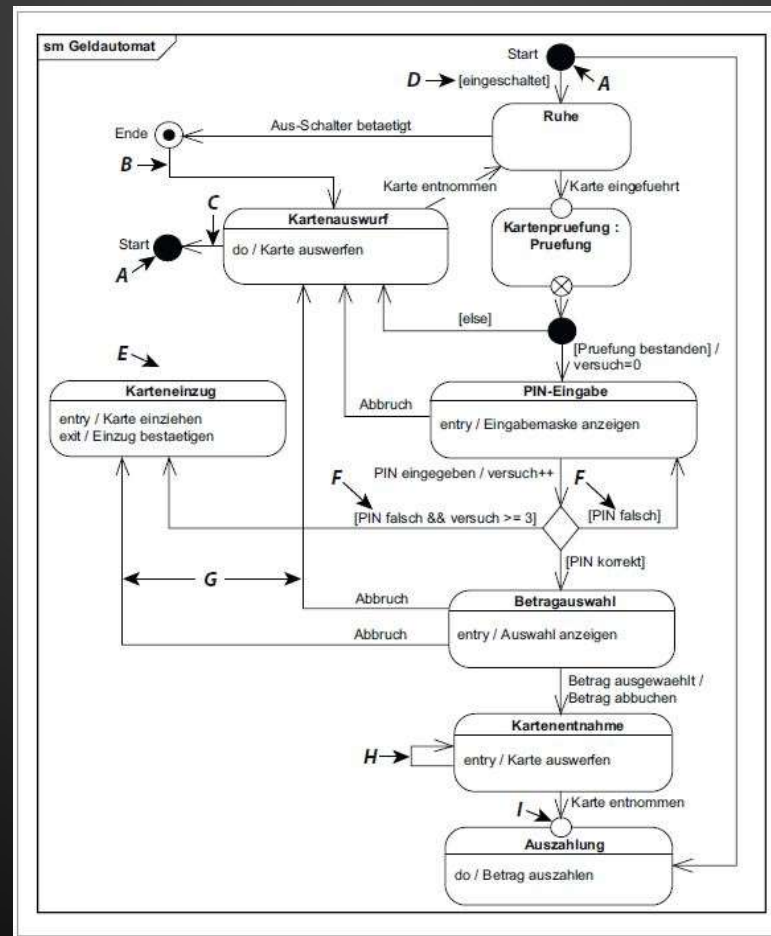


A decorative graphic on the left side of the slide, consisting of a network of light blue lines and circles, resembling a circuit board or a neural network, extending from the top and bottom edges towards the center.

MÖGLICHE FEHLER IM ZUSTANDSDIAGRAMM

MARKUS SZYSKA

MÖGLICHE FEHLER IM ZUSTANDSDIAGRAMM



An abstract graphic on the left side of the slide, consisting of a network of light blue lines and circles. The lines are vertical and horizontal, with some diagonal segments, and the circles are small and white, resembling nodes or components of a circuit.

ZUSAMMENFASSUNG

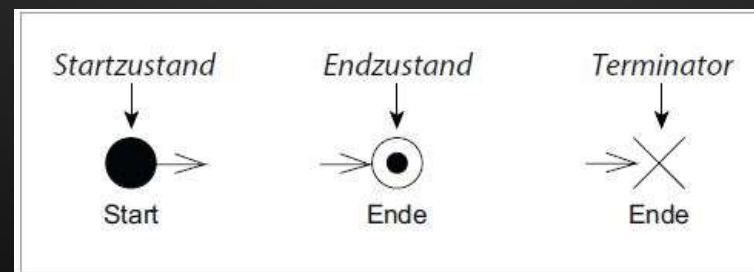
MARKUS SZYSKA

ZUSAMMENFASSUNG

Zustände modellieren Situationen, in denen gewisse, genau definierte Bedingungen gelten.

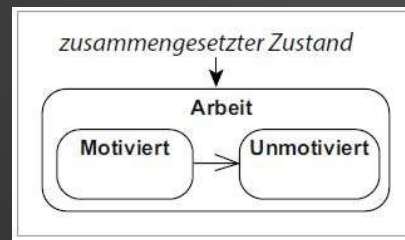


Den Beginn eines Zustandsdiagramms stellt der **Startzustand** dar, das Ende wird durch einen **Endzustand** oder **Terminator** markiert.



ZUSAMMENFASSUNG

Zustände können zu **zusammengesetzten Zuständen** gruppiert werden.



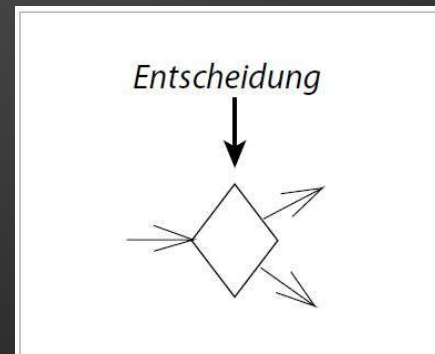
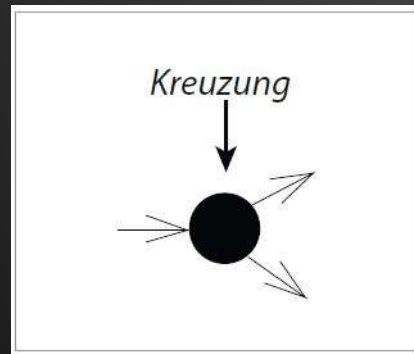
Transitionen werden zur Darstellung von Zustandsübergängen verwendet. Zustandsübergänge werden durch **Events** ausgelöst. **Guards** überwachen die Ausführung der Transition. **Effekte** definieren Aktionen, die bei einer Transition ausgeführt werden.



ZUSAMMENFASSUNG

Kreuzungen schalten Transitionen hintereinander und modellieren zumeist statische Verzweigungen.

Entscheidungen modellieren dynamische Verzweigungen.



ZUSAMMENFASSUNG

Mithilfe von **Regionen** können parallel eingenommene Zustände abgebildet werden.

