

Aspekte der Ewigkeit

Dr.-Ing. Uwe Doetzki

Informatik für die Industrie

FritzBits.de

Strindbergstr. 20

D-12621 Berlin

2.71828@doetzki.eu

Abstract: Was ist Ewigkeit? Wo beginnt sie? Wann endet sie? Und was liegt dazwischen? Der hoffentlich kurzweilige Vortrag will zum Nachdenken über die Ewigkeit anregen, will die Ideen auf die Gestaltung technischer eternaler (ewiger) Systeme anwenden und möchte nicht zuletzt den „anstrengenden eternal scheinenden Seminartag“ etwas verkürzen.

1 Motivation

Ein Schwerpunktthema des 9. Schloss-Steinhöfel-Seminars beinhaltet die „Sicherheits- und Zuverlässigkeitsbewertung Eternalere Systeme“. Doch was sind eternalere Systeme?

In verschiedenen Dokumenten wird der Begriff im Zusammenhang mit zukünftigen aufkeimenden Technologien wie Smart Grids, Cloud Computing oder Networking verwendet (GI11), in anderen werden Eternalere Systeme als „always on“-Systeme beschrieben (GI12).

Der Begriff „eternal“ steht für „ewig, unaufhörlich, ewig während, immer während“. Eternalere Systeme sind also „ewige, unaufhörliche“ Systeme. Ausgehend von einer Definition der Ewigkeit werden die besonderen Eigenschaften eternalere Systeme abgeleitet. Diese wiederum zeigen Aspekte auf, die in Entwurf, Implementierung und Betrieb solcher Systeme berücksichtigt werden sollten.

2 Raum, Zeit und Ewigkeit

Was ist Ewigkeit? Im alltäglichen Sprachgebrauch wird darunter eine lange, vielleicht sogar eine unendlich lange Zeitspanne verstanden. Aber nicht jede lange Zeit stellt eine Ewigkeit dar. Zur Ewigkeit wird Zeit erst im Zusammenhang mit einer unveränderlichen Eigenschaft eines konkreten Objektes, in der Regel mit der Existenz desselben.

Offenbar hängt Ewigkeit mit Zeit, Raum und Materie zusammen. Aber obwohl gemeinhin klar zu sein scheint, dass sich der Raum ausdehnt, also in der Zeit ändert, finden sich kaum befriedigende Definitionen dafür, was Raum und Zeit eigentlich sind.

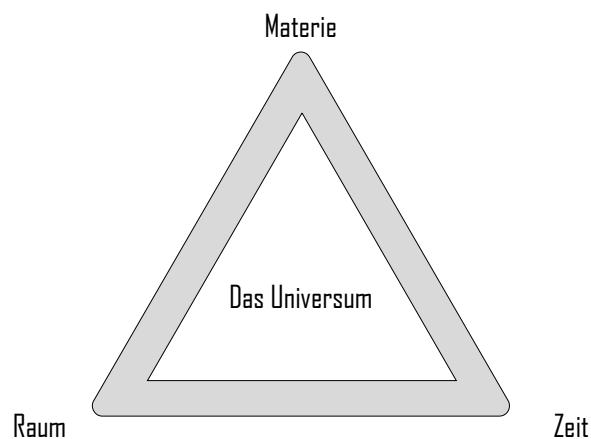


Abbildung 1: Triade des Universums

Aus der Sicht des Autors bilden Materie, Raum und Zeit eine Triade im Hegelschen Sinne, eine Dreiheit. Als Materie soll das bezeichnet werden, was real existiert. Erfahrungsgemäß lässt sich die Gesamtheit der Materie in kleineren Objekten besser fassen, nicht das Universum ist der Gegenstand unseres Betrachtens, sondern nur ein verschwindend geringer Ausschnitt daraus.

Die Objekte der Realität lassen sich zueinander in Relation setzen, so dass ihre Anordnung, ihre Beziehung, ihre Hierarchie, ihr Abstand voneinander oder was auch immer damit beschrieben wird. Die Gesamtheit dieser Relationen stellt den Raum dar, er ist somit Struktur des Universums und in einer konkreten Ausprägung auch Status des Universums.

Die Relationen sind jedoch nicht fest, sie bewegen sich, unterliegen ständiger Veränderung, die wiederum bestimmten Gesetzen folgt. Somit lässt sich rein formal ein Abstand zwischen zwei Zuständen des Universums bestimmen. Und genau diesen Abstand vom Beginn einer Bewegung bis zu deren Ende repräsentiert die Zeit. Zeit beschreibt also den mehr oder minder großen Abstand zwischen zwei Zuständen des Universums.

Wie oben bereits erwähnt, lässt sich das Universum nicht als Ganzes erfassen, unserer Betrachtung sind stets nur Teile desselben zugänglich: die Objekte, die wir betrachten, definieren einen Raum, stellen ein System dar. Darin finden Prozesse statt, durch die wiederum die Systemzeit definiert wird. Durch diese Prozesse werden manche Eigenschaften der Objekte verändert, andere nicht.

Die Eigenschaften, die in allen Systemzuständen unverändert bleiben, sind im Bezug auf das betrachtete System ewig. Ewigkeit ist die Invariante der betrachteten Realität. Ewigkeit entsteht erst mit der Einschränkung der universalen Materie auf eine Menge von Objekten und sie verschwindet (manchmal) mit der Erweiterung des Systems.

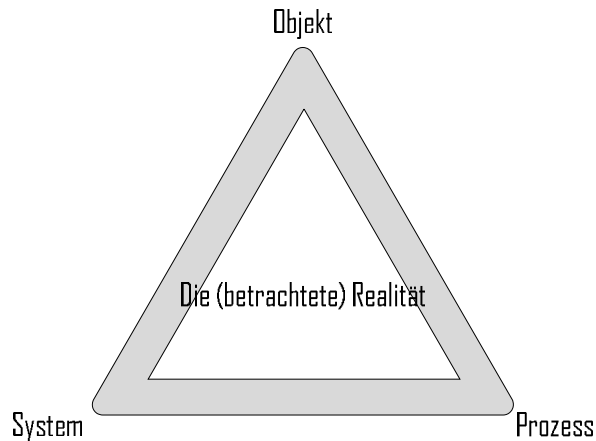


Abbildung 2: Triade der Realität

3 Design eternalen Anwendungen

Wie in [Doe90] dargestellt, lässt sich die Struktur informationsverarbeitender Systeme aus der Struktur der relevanten Entitäten, die oft Entsprechungen in der Realität besitzen, ableiten. Letzteres ist auch als „Modell des Anwendungsbereiches“ bekannt.

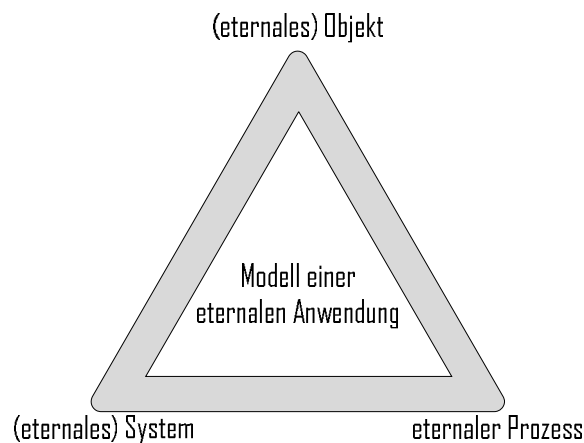


Abbildung 3: Komponenten eternalen Anwendungsmodelle

Modelle, die eternalen Anwendungen zugrunde liegen, enthalten in jedem Fall ewige Prozesse (da nur Prozesse mit dem Zeitbegriff verbunden sind). Außerdem können sie ewige Objekte und/oder ewige Systeme enthalten.

3.1 Eigenschaften ewiger Prozesse

Prozesse sind Folgen von Zustandsänderungen, ein eternaler Prozess führt also eine endlose Folge von Zustandsänderungen aus. Die Menge der möglichen Prozesszustände ist jedoch endlich.

Daher muss der Prozess entweder in einem letzten (finalen) Dauerzustand hängenbleiben, wodurch er aber zum Stillstand kommt, oder er muss Zustände erreichen, die er in der Vergangenheit bereits einmal erreicht hat. Das bedeutet, dass die zu einem Zustand führenden Eingangsinformationen nicht mehr reproduzierbar sind.

Eine endliche Menge von Prozesszuständen bedeutet z.B.

- dass Zähler überlaufen,
- dass Schlüsselvorräte erschöpft werden, Schlüssel also nicht eindeutig sein müssen,
- dass sich Ressourcen erschöpfen (Memory, Log-Files)

Eternale Prozesse müssen mit einer dynamischen, potentiell eternalen Umgebung rechnen. Das bedeutet, dass die Umgebung des Prozesses während des Designs nicht vollständig bekannt ist. Da der Prozess auch nur endlich viele Zustände zur Verfügung hat, lässt sich die potentiell eternalen Umgebung auch nicht vollständig innerhalb des Prozesses abbilden.

Daraus ergibt sich, dass Annahmen über die Umgebung, die ein eternaler Prozess trifft, nicht für die gesamte Laufzeit gelten müssen. Das bedeutet z.B.

- dass Schnittstellen erweitert werden, also Informationen eintreffen, mit denen nicht gerechnet wird,
- dass sich Wertebereiche von Mess- und Stellgrößen ändern,
- dass sich Kommunikationspartner verändern.

3.2 Eigenschaften ewiger Systeme

Systeme sind diejenigen Einheiten, die Prozesse an Objekten ausführen. Für ewige Prozesse sind somit auch ewige Systeme notwendig. Da die Prozesse jedoch nicht nur abstrakt, sondern konkret ausgeführt werden sollen, muss das ausführende System auch

real existieren. Real existierende Systeme jedoch verschleifen im Lauf der Zeit (hier wirken andere Prozesse), was dazu führt, dass sie nicht ewig existieren können.

Daher ist es notwendig, dass eternale Systeme über Möglichkeiten verfügen um

- Fehler zu erkennen und zu behandeln,
- Prozesse und Objekte auf andere Systeme zu verlagern,
- gewartet zu werden,
- einen Wiederanlauf durchzuführen.

Zur Fehlervermeidung können auch redundante Systeme eingesetzt werden.

Im Lauf der Zeit wird es notwendig sein, vorhandene Systeme durch neuere zu ersetzen. Normalerweise werden dabei auch Updates und/oder Upgrades durchgeführt. Dies führt dazu, dass in eternalen Anwendungen zeitweise mehrere Versionen und/oder Konfigurationen derselben Teilsysteme / Teilprozesse nebeneinander existieren.

3.3 Eigenschaften ewiger Objekte

Eine eternale Anwendung kann, muss aber keine ewigen Objekte enthalten. Ewige Objekte sind solche, deren Lebenszyklus nicht endet. Für solche Objekte müssen die folgenden Aspekte berücksichtigt werden:

- Persistenz: Objekte müssen persistent speicherbar sein um Fehlern im ausführenden System begegnen zu können,
- nach Fehlern müssen Eigenschaften der Objekte wieder hergestellt bzw. rekonstruiert werden
- die Aktualität der Informationen der Objekte ist nicht immer gewährleistet, das ist im Design zu berücksichtigen
- erzeugte bzw. erfasste Informationen müssen irgendwann zerstört werden

Die eternale Anwendung kann jedoch auch mit nicht-ewigen Objekten arbeiten. In diesem Fall ist der Prozess der Erzeugung der Objekte ewig und es müssen Fragen zur Aggregation, Protokollierung und zur Archivierung der Objekte berücksichtigt werden.

3.4 Energetische Aspekte eternalen Prozesse

Informationsverarbeitende Prozesse können nur ausgeführt werden, wenn ihnen dazu elektrische oder (bio-)chemische Energie zur Verfügung steht. Diese wird während des Prozesses in Wärmeenergie umgewandelt. Eternale Prozesse benötigen unendlich viel

Energie. Das erfordert, dass auch energetische Aspekte beim Entwurf eternalen Prozesse berücksichtigt werden.

- Wird Energie im Leerlauf eines Prozesses benötigt?
- Benötigen unterschiedlich komplexe Prozesse unterschiedliche Energiemengen? Lässt sich eine Energiebilanz eines Algorithmus ermitteln?
- Kann die erforderliche Energie aus der Umgebung gewonnen werden, z.B. durch Energie-Harvesting?
- Energieumwandlung vergrößert die Entropie, durch Energie-Harvesting angezapfte Quellen könnten dadurch versiegen.
- Ein Ausfall der Energiequelle führt zum Ausfall der Komponente.

4 Weitere Aspekte eternalen Prozesse

Eternale Prozesse finden in der Regel in einem Netzwerk statt, sie kooperieren mit anderen eternalen Komponenten und bilden mit ihnen zusammen eine Struktur informationsverarbeitender Prozesse. Diese besitzt mit ihrer Umgebung vielfältige Schnittstellen, wodurch wiederum eine Vielzahl von Einflussmöglichkeiten der Umgebung auf die eternale Struktur resultiert.

4.1 Sicherheitsaspekte (Safety)

Externe Einflüsse können sich unterschiedlich auswirken. So kann z.B. eine eternale Komponente in einen nicht erkannten Fehlerzustand geraten, d.h. dass sie nach außen hin „normal“ zu funktionieren scheint, ihr Zustand jedoch in gewisser Weise fehlerhaft ist.

Das kann dazu führen, dass sich dieser Fehler erst zu einem wesentlich späteren Zeitpunkt auf das System auswirkt, der Fehler also latent im System vorhanden ist. Mehr noch: der Fehler kann sich auch unerkannt im System ausbreiten und sich erst bei Eintreten bestimmter Ereignisse äußern.

Solchen Effekten ließe sich vorbeugen, indem sich Komponenten in unterschiedlichen Zeitabständen miteinander synchronisieren. Hier ergibt sich jedoch das Problem, dass zwei Komponenten mit unterschiedlichem Zustand in der Regel kein Entscheidungsmittel besitzen, den richtigen vom falschen zu unterscheiden oder gar beide Zustände als falsch zu erkennen.

Beim Design des Fehlerhandlings wird häufig davon ausgegangen, dass Fehler einzeln auftreten und vollständig behoben sind wenn weitere Fehler auftreten. Durch

Fehlerbewahrung und Fehlerfortpflanzung kann es jedoch zu den „unmöglichen“ Fehlerzuständen kommen. Es entstehen Fehlerkombinationen, die im Design ausgeschlossen wurden, gerade weil auf die Behandlung der Einzelfehler genau Wert gelegt wurde. Häufig sind das besonders kritische Fehlerzustände für die Sicherheit des eternalen Systems und/oder seiner Umgebung.

Im Design sollten zumindest solche Fehlerkombinationen aufgeführt werden und es muss eine Bewertung derselben erfolgen. Bei schwerwiegenden Auswirkungen muss zumindest eine Erkennungsfunktion implementiert werden, die das eternal System ganz oder teilweise abschaltet (oder was auch immer die geeignete Behandlung ist). Aufgrund der „Unmöglichkeit“ solcher Zustände lassen diese sich auch nicht einfach testen.

Fehler und Fehlerbehandlungen können dazu führen, dass eternal Systeme in voneinander unabhängige Teilsysteme zerfallen, die über längere (eternale) Zeit ohne inneren Abgleich arbeiten. Früher oder später werden jedoch diese Systeme wieder miteinander vereinigt. Dann müssen die Zustandsinformationen gegenseitig ausgetauscht und angepasst werden, es dürfen keine Statusinformationen der ehemaligen Teilsysteme verloren gehen.

4.2 Sicherheitsaspekte (Security)

Die in 4.1 beschriebenen Fehlerzustände können zwar durch Fehler in den Programmen oder Nicht-Berücksichtigung von Umgebungsprozessen entstehen. Häufiger dürften jedoch gerade solche Fehler durch externe Angriffe auf das eternal System provoziert werden.

Der Angriff kann aus der Umgebung des eternalen Systems kommen, so dass die Schnittstellen fehlerhafte Informationen erhalten und somit zu Fehlfunktionen der Komponenten führen.

Es ist aber auch denkbar, dass gezielt fehlerhafte, also manipulierte Komponenten in das eternal System eingeschleust werden. In diesem Fall erfolgt der Angriff aus dem eternalen System heraus. Daher ist ein Verfahren notwendig, das Vertrauen oder Misstrauen zu benachbarten Komponenten erzeugt. Dieses muss auch gewärtig sein, vertrauten Komponenten dieses zu entziehen bzw. zurückzugeben.

4.3 Evolutionäre Aspekte eternal Prozesse und Systeme

Einmal in Betrieb stellen sich eternal Prozesse als Invarianten der Umgebung dar, neue Prozesse gehen von der Existenz und der korrekten Funktion der eternalen Prozesse aus und nutzen sie.

Da in jedem System gewollt oder ungewollt mehr Möglichkeiten enthalten sind als im ursprünglichen Konzept vorgesehen (vgl. [HRA85] S. 38), werden neue Prozesse und Systeme auch von diesen Gebrauch machen. Dies führt dazu, dass die Umgebung der

eternalen Prozesse durch eben diese Prozesse wieder verändert wird, die Prozesse also auf sich zurückwirken.

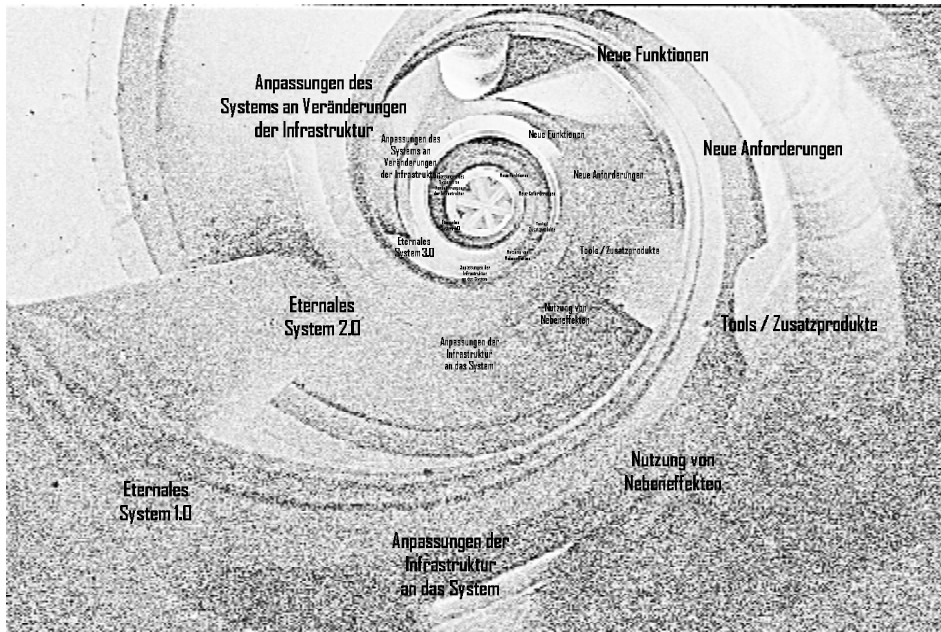


Abbildung 4: Evolution eternaler Systeme

Daraus resultieren neue Anforderungen an die eternalen Prozesse und es entstehen neue Versionen, die wiederum auf ihre Umgebung wirken u.s.w. Diese Entwicklung kann dazu führen, dass eternalen Prozesse/Objekte/Systeme in der veränderten Umgebung nicht mehr korrekt funktionieren (versuchen Sie einmal, ein WordStar-Dokument von 1988 auszudrucken). Und damit endet die Ewigkeit in dieser Version:

„Denn alles, was entsteht, ist wert, dass es zugrunde geht.“ (Goethe: Faust I)

Literaturverzeichnis

- [Doe90] Doetzki, U.; Basis, Steuerung und kooperierende Zustandsgraphen. Dissertation A, Technische Universität Dresden 1990. (<http://www.fritzbits.de/Diss/Inhalt.htm>)
- [GI11] GI Regionalgruppe Berlin Brandenburg: Gründung des AK: „Recht & Gesellschaft & künftige Technologien“ der Regionalgruppe Berlin-Brandenburg, Berlin 2011.
- [GI12] GI Regionalgruppe Berlin Brandenburg: Smart Grid Position Statement, Berlin 2012 (Arbeitsversion 2.5.2012).
- [HRA85] Herlitzius, E.; Richter, F.; Albert, J.: Philosophische Probleme der Entwicklung der Technik und der Technikwissenschaften. 6./7. Lehrbrief für das Hochschulfernstudium Philosophische Probleme der Natur-, Technik- und Gesellschaftswissenschaften. Dresden 1985