

SPIELZEUGRENNBAHN LIEFERT ERKENNTNISSE FÜR DIE INDUSTRIE

Studenten sollten eine Rennbahn so modifizieren, dass gegen einen Computer gefahren werden kann und Rundenzeiten sowie Bestenlisten visualisiert werden. In einem vorgegebenen Verfahren haben sie dabei Projektmanagement, Qualitätssicherung und Testen gelernt. Doch es konnten dabei auch für die Industrie Erkenntnisse abgeleitet werden.

TEXT: Dr. Rainer Stetter, ITQ FOTOS: ITQ  www.AuD24.net/PDF/ADK10559600

Die Klagen, dass es viel zu wenig technische Nachwuchskräfte gibt, sind derzeit laut. Damit die Zahl der Technikbegeisterten steigt, setzt ITQ seit Jahren darauf, mit Hightech-Spielzeugen Jung und auch Alt zu begeistern. Das neueste Projekt, an dem in den vergangenen Monaten sechs Studenten im Team arbeiteten, hatte zum Ziel eine einzelkindtaugliche Rennbahn zu erarbeiten.

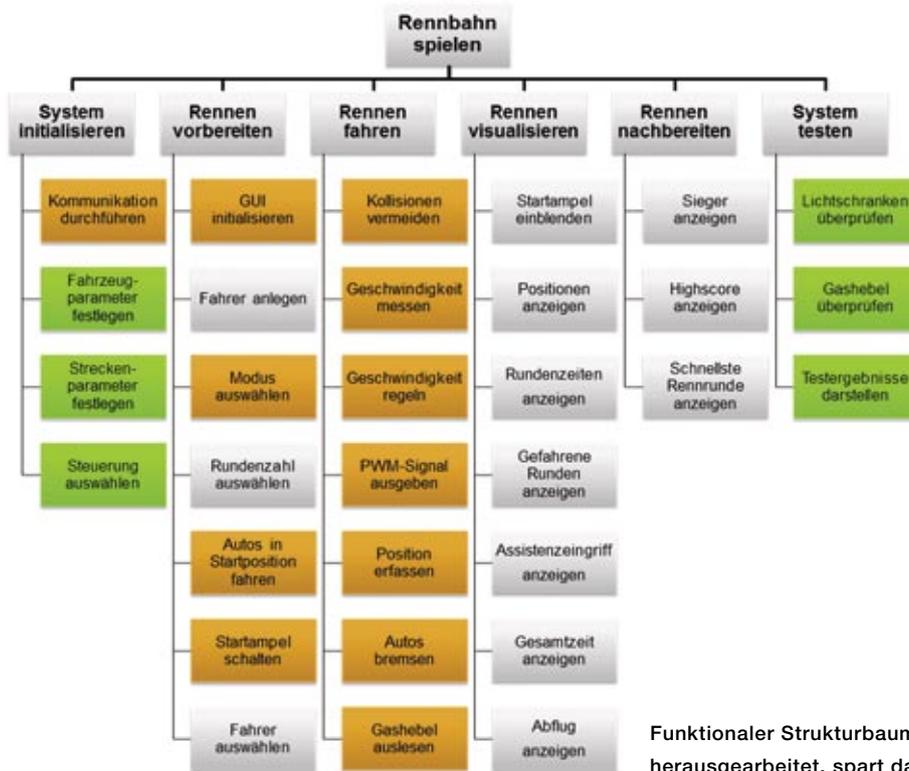
Grundlage des Projekts ist eine handelsübliche Slot-Car-Rennbahn. Der Spieler soll aber im Gegensatz zu den handelsüblichen Rennbahnen nicht nur gegen eine andere Person, sondern auch gegen einen Computer-Gegner fahren können. Zudem sollten Rennergebnisse wie Rundenzeiten und Bestenlisten visualisiert werden können.

Damit der Computer-Gegner ähnlich wie ein Mensch vor Kurven und Engstellen abbremst, müssen die Position und die Geschwindigkeit des Fahrzeugs erfasst werden. Hierfür wurden in die Bahn – mit einer Bahnlänge von rund 6,4 m pro Spur – insgesamt 104 Sensoren verbaut. Miniatur-Gabellichtschranken detektieren, ob die Finne des Fahrzeugs den Sensor passiert. Um die Geschwindigkeit auf fünf Prozent genau zu ermitteln, muss der Eintritt der Finne in die Lichtschranke bei

einer maximalen Fahrzeuggeschwindigkeit von 3,5 m/s innerhalb von 257 μ s (= 0,26 ms) erfasst werden. Auf Basis der Eingangsdaten bezüglich Position und Geschwindigkeit musste eine echtzeitfähige Reglerstruktur mit einer garantierten Antwortzeit unter 10 ms aufgebaut werden. Wie man anhand der technischen Daten sieht, klingt die grundlegende Anforderung zunächst sehr spielerisch, wandelt sich aber dann sehr schnell in eine handfeste mechatronische Problemstellung.

Entwicklungsmethoden anschaulich vermitteln

Mit derartigen Projekten sollen aber nicht nur außergewöhnliche Ideen in die Tat umgesetzt, sondern auch moderne Entwicklungsmethoden auf eine anschauliche Art vermittelt werden. Eine in der Literatur häufig genannte Entwicklungsmethodik ist das sogenannte V-Modell. Prinzipielle Idee des V-Modells ist, dass es in einem Projekt verschiedene Rollen gibt, die in speziellen Phasen des Projekts zum Tragen kommen. Dieses Rollenmodell theoretisch zu vermitteln, ist erfahrungsgemäß sehr schwierig. Deshalb wurde in dem Projekt jedem Student eine (entwicklungsphasen-)spezifische Rolle



gegeben. So erfasste ein Student die Anforderungen, ein weiterer verantwortete die Lösungsspezifikation und ein dritter die Spezifikation der Tests.

Die funktionalen Anforderungen wurden mit zwei völlig unterschiedlichen Steuerungsplattformen umgesetzt. Mit ihnen sollte in dem Projekt gezeigt werden, dass eine hardwareunabhängige Implementierung vereinfacht wird, indem Anforderungen detailliert spezifiziert und technische Aufgaben beschrieben werden. Der Wunsch vom Hardware-Hersteller unabhängig zu sein, ist in der Industrie ein stets gehegter, aber selten realisierter Wunsch. Um die Hardwareunabhängigkeit zu demonstrieren, setzte einer der verbleibenden drei Studenten eine SPS mit zusätzlichen schnellen Eingangsmodulen von Phoenix Contact ein. Der zweite Implementierer setzte Labview mit FPGA-Modulen (Field Programmable Gate Array) von National Instruments (NI) ein. Das Rennen wurde auf einem Monitor mit einer javabasierten Lösung visualisiert, die durch den sechsten Studenten erarbeitet wurde.

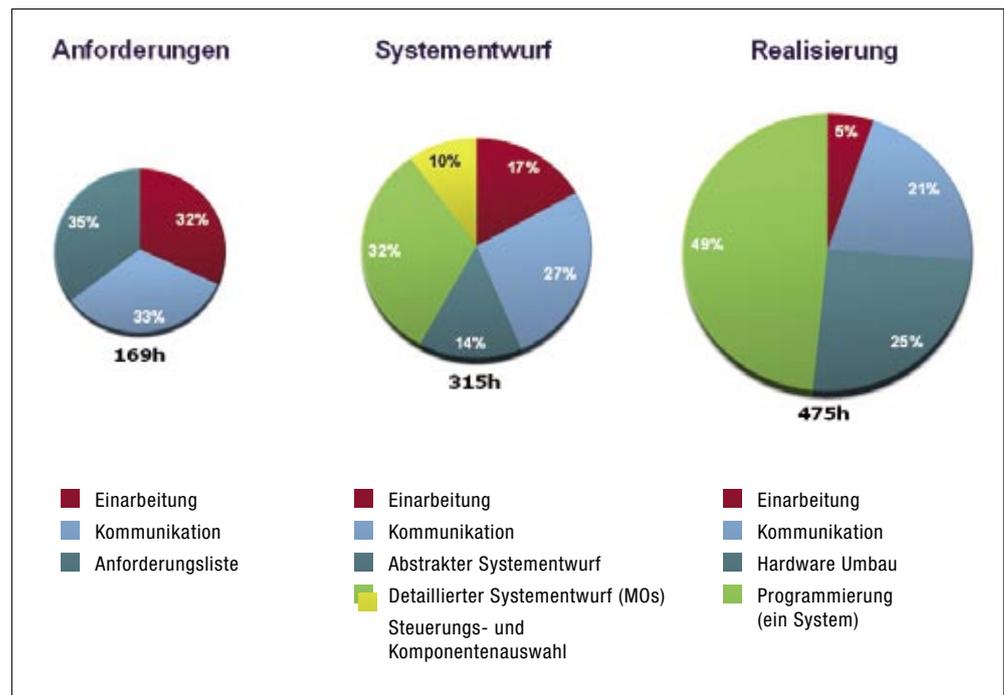
Grobe Vorgaben detaillierter ausarbeiten

Die Aufgabe des Anforderungsspezifikateurs war, die industrietypisch grobe Vorgabe *Entwickle eine einzelkindtaugliche Rennbahn* weiter runterzubereiten. Wie in realen Projekten

stellte es sich heraus, dass ein Entwickler auf Basis einer groben Aufgabenstellung alleine noch kein System entwickeln kann. In realen Projekten neigt der „gemeine“ Ingenieur in diesem Fall gerne dazu, das mühsame Nachfassen und Detailieren von Anforderungen durch ein intensives Trial&Error-Vorgehen in der Umsetzung und Testphase zu kompensieren. Dies wurde in dem Rennbahnprojekt dadurch verhindert, dass die Note des Studenten von der Güte und Vollständigkeit der erfassten Anforderungen abhing.

Zum Erfassen der Anforderungen der Aufgabe und auch für die weiteren Projektphasen wurde eine Methodik eingesetzt, die an der TU München in der Vorlesung *Mechatronische Entwicklungsprojekte in der Praxis* gelehrt wird und auf den VDMA-Leitfäden Systemspezifikation und SW-Qualitätssicherung basiert.

Damit die Anforderungen an ein mechatronisches System sauber spezifiziert werden können, empfiehlt es sich, das zu beschreibende System ähnlich wie ein rein mechanisches System gewissermaßen aus verschiedenen Blickwinkeln zu betrachten. Konkret bedeutet dies, dass das System aus einer rein funktionalen Sicht und einer haptischen Sicht betrachtet wird. Der Funktionsstrukturbaum fast hierarchisch geordnet die erforderlichen Anforderungen zusammen.



Verteilung der Aufwände in den einzelnen Phasen: Optimieren lässt sich die Aufgabe, wenn die Aufwände bekannt sind

Auf Basis der Strukturdiagramme wurden die Anforderungen weiter detailliert. Insgesamt haben die Studenten dabei mehr als 140 Anforderungen im Detail spezifiziert, in einer Anforderungsliste aufgenommen und hinsichtlich deren Status genau verfolgt. Mögliche Status sind:

- ▶ offen: das heißt sehr grob spezifiziert
- ▶ vorgeschlagen: der Wert ist vorgegeben, nicht freigegeben
- ▶ spezifiziert: der Wert ist freigegeben
- ▶ gestrichen: die Anforderung ist verworfen.

Den zeitlichen Verlauf der Anforderungen sowie den jeweiligen Umsetzungsgrad basierend auf den beiden unterschiedlichen Lösungsansätzen Phoenix und LabView ist der Abbildung zu entnehmen. Wie an den drei Graphiken zu sehen, ist auf Basis einer sauberen Anforderungsanalyse ein permanentes Tracking&Tracing des aktuellen Status eines Projekts gut möglich. Eine derartige Darstellung des Projektfortschritts ist natürlich nicht nur in einem Spielprojekt möglich, sondern auch in einem realen Projekt.

Eingesetzte Zeiten genau beachten

In diesem Spaßprojekt – in dem es durchaus ernst zugeht – wurden nicht nur die Anforderungen genau bestimmt und de-

ren Umsetzungsgrad permanent verfolgt, sondern auch genau auf die eingesetzten Zeiten geachtet. Auf diese Weise können interessante Aussagen über die Aufwände in den einzelnen Phasen gemacht werden.

In das Projekt sind rund 1000 (Jung-)Ingenieursstunden eingeflossen. Sehr interessant ist, dass für die Spezifikation der Anforderungen und Lösung in Summe ungefähr so viele Stunden investiert wurden, wie für die Realisierung einer Lösungsvariante (Phoenix Contact beziehungsweise NI). Ebenfalls beachtenswert ist, dass die interdisziplinäre Kommunikation zwischen den einzelnen Teammitgliedern in den frühen Phasen besonders hoch ist, aber auch während der Realisierungsphase immerhin noch knapp über 20 Prozent ausmachte. Diese Zeiten für Kommunikation, zum Abstimmen sowie zum Einarbeiten in ein neues System werden in realen Projekten oft ebenso wenig eingeplant wie der Umstand, dass für die Anforderungs- und Lösungsspezifikation erhebliche Zeiten eingerechnet werden müssen. Deshalb ist es nicht verwunderlich, dass der reale Zeitaufwand in Projekten sehr häufig um den Faktor zwei bis drei höher ist, da die Verantwortlichen anfangs davon ausgehen, die Aufgabe sei ohnehin klar und könne ohne große interne Abstimmung umgesetzt werden. □

> [MORE@CLICK ADK10559600](#)