



**HYUNDAI**  
MOTOR GROUP  
EUROPEAN TECHNICAL CENTER

## „Das Lenkungstuning am Prüfstand ist bei uns fest im Entwicklungsprozess integriert“

Im Hyundai Motor Europe Technical Center (HMETC) in Rüsselsheim wird ein Lenksystemprüfstand in Kombination mit CarMaker eingesetzt, um eine effiziente Entwicklung, Vorapplikation und Validierung von Lenkungskomponenten zu ermöglichen. Wir haben mit Axel Honisch, Timo Schöning und Alessandro Contini über ihre Erfahrungen mit dem Prüfstand und dem virtuellen Fahrversuch gesprochen.

**Wie kann man das Spannungsfeld zwischen den verschiedenen Märkten beschreiben? Gibt es da im Bereich der Lenkung Unterschiede?**

**Honisch:** In unserem Unternehmen wissen wir, dass jeder Markt andere Anforderungen an unsere Fahrzeuge stellt. Die Lenkpräzision ist eine wichtige Voraussetzung für den europäischen Markt. Das Handling sollte agil sein und einen guten Kompromiss zum Fahrkomfort bieten. In den USA – das ist meine Einschätzung – ist es notwendig, dass das Auto gut geradeaus fährt und die Lenkkräfte niedriger sind. Die Geradeausfahrt muss intuitiv beibehalten werden können, ohne dass der Fahrer merkt, dass er korrigieren muss. Für Asien ist es nochmal anders.

**Welche Rolle nimmt das Thema Lenksystemprüfstand bei Ihnen im Konzern ein?**

**Honisch:** Wir arbeiten in der Fahrzeugentwicklung mit unserem koreanischen Entwicklungszentrum zusammen, von wo auch die weltweite Entwicklung gesteuert wird. Hier in Rüsselsheim sind wir für die Abstimmung für den europäischen Markt zuständig. Mit unserem Lenksystemprüfstand wollen wir die Entwicklungszeiten verkürzen und damit die Entwicklungskapazitäten für die Applikationen unserer Lenkungssysteme vergrößern.

**Besteht beim Mutterkonzern Interesse, das Verfahren zu adaptieren und auszuweiten?**

**Honisch:** Wir betreiben eine Standardisierung unserer Entwicklungsmethoden im Konzern. Das heißt also, dass die Prozesse, wie wir sie in Namyang entwickeln, auch auf andere Märkte übertragen werden. Und umgekehrt können Verfahren, die hier entwickelt werden, auch im Mutterkonzern genutzt werden.

**Schöning:** Um das sicherstellen zu können, tauschen wir uns regelmäßig mit unseren Kollegen aus. Auch in Korea wird bereits mit einem Lenksystemprüfstand gearbeitet, um die Vorteile des virtuellen Testens voll nutzen zu können.

**Der Schwerpunkt, den die koreanischen Kollegen in der Anwendung am Prüfstand haben, ist aber ein etwas anderer. Können Sie sagen, wo die Unterschiede liegen?**

**Schöning:** In Korea liegt der Fokus stärker auf der Funktionssicherung und der Vernetzung mit anderen elektronischen Systemen. Das ist also ein größerer HIL-Integrations-Prüfstand, bei dem mehr ECUs eingebunden sind. Unser Fokus liegt auf dem Tuning der Lenkperformance, um das Lenkgefühl für den europäischen Fahrer zu optimieren.

**Honisch:** Dennoch gibt es die gemeinsame Weiterentwicklung dieser Prozesse, um eben auch in der Entwicklung der Performance und der Nutzung von HIL den Bedürfnissen der verschiedenen Märkte Rechnung zu tragen. Das ist ständiger Teil unserer Workshops, die wir mit unseren koreanischen und auch amerikanischen Kollegen regelmäßig durchführen.

**Wie empfinden Sie denn den Wandel im Bereich der Fahrzeugentwicklung und was bedeuten Themen wie autonomes Fahren für den Konzern und die eigene Arbeitsweise?**

**Honisch:** Die technologische Seite und die Komplexität sind für uns eine große Herausforderung. Das ist ein guter Grund, die virtuelle Entwicklung und das virtuelle Testen weiter auszubauen, um alle möglichen Varianten berücksichtigen zu können. Das Thema Digitalisierung, das in allen Bereichen einzieht, gewinnt in der Fahrzeugentwicklung verstärkt an Bedeutung.

**Welchen Einfluss hat das automatisierte Fahren auf die Lenkung?**

**Honisch:** Ich denke, dass auch für autonomes Fahren die Lenkperformance wichtig sein wird. Damit die Zusammenarbeit der Systeme zum Beispiel in einer Notsituation wie etwa bei Ausweichmanövern gewährleistet ist, braucht man eine direkte, agil ansprechende Lenkung. Die Entwicklung von Systemen wird uns also nicht erleichtert, sondern die Schwerpunkte werden etwas verlagert.

**Fahren Sie denn selbst eigentlich gerne Auto? Welches Assistenzsystem ist Ihr Favorit?**

**Honisch:** Ja, natürlich fahre ich gerne Auto. Deshalb habe ich diesen Beruf, in dem ich seit vielen Jahren tätig bin, gewählt. Und es macht immer noch Spaß, Fahrzeuge zu entwickeln und zu bewegen. Ich begrüße alle Systeme, die dem Kunden helfen. Ich denke, wenn man jetzt über Fahrerassistenzsysteme nachdenkt, dann muss man auch die Fahrwerksregelsysteme im Blick haben, wie ESC oder ABS. Über ABS redet heute keiner mehr, weil das selbstverständlich ist, aber das war eins der ersten Assistenzsysteme.

**Schöning:** Autofahren ist eine Passion von mir, seitdem ich denken kann. Mein Ziel war es immer, in der Automobilindustrie zu arbeiten. Gerade die Bereiche Fahrwerk und Lenkung interessieren mich persönlich sehr. Das Gesamtpaket eines Fahrzeugs muss einfach passen. Und auch da spielen natürlich die ganzen neuen Systeme eine Rolle. Da gibt es Fahrzeuge oder Fahrsituationen, wo diese Systeme hilfreich und sehr komfortabel sind.

**Sie haben anfangs angesprochen, dass die Entwicklungszeiten verkürzt werden konnten. Wie haben Sie das umgesetzt?**

**Schöning:** Wir haben den Prozess zusammen mit IPG Automotive und der Hochschule München entwickelt. Die Idee war, Softwaretuning in die virtuelle Welt zu verlagern – soweit das möglich ist. Wir können Parametersätze auf dem Prüfstand und in der Simulation automatisiert vorbereiten, sodass der Applikationsingenieur danach mehr Zeit hat, sich um den Feinschliff der Lenkung am realen Fahrzeug zu kümmern. Insofern können wir die Effizienz des Tunings extrem steigern.

**Wie hat sich das Testen eines Fahrzeugs im Vergleich zu früher entwickelt?**

**Schöning:** Das subjektive Tuning und Testing spielt immer noch eine entscheidende Rolle. Es wird, solange wir Lenkgefühl haben, immer eine

wichtige Rolle spielen – letztendlich muss es den Fahrzeugcharakter unterstützen und dem Fahrer gefallen. Aber dadurch, dass sich die Technologie heutzutage fast komplett weg von der hydraulischen hin zur elektrischen Lenkung entwickelt hat, ergeben sich ganz neue Möglichkeiten. Zum einen kann man viel schneller und einfacher das Lenkgefühl verändern. Zum anderen ist es auch eine Herausforderung, weil man immer noch das natürliche Lenkgefühl im Auge behalten muss und bei der Variantenvielfalt den Überblick nicht verlieren darf. Gerade da helfen uns der Prüfstand und die Simulation dabei, dieses Ziel zu erreichen.

#### Welchen Einfluss haben die zahlreichen Zusatzfunktionen im Bereich Electric Power Steering (EPS) auf die Variantenvielfalt?

**Schöning:** Im Gegensatz zu früher bietet die Lenkung dem Fahrer nicht mehr nur die Möglichkeit, die Fahrtrichtung einzustellen. Sie wird von anderen Systemen beeinflusst, z. B. von Komfortsystemen. Diese Wechselwirkungen unter Kontrolle zu halten, ist eine große Herausforderung. Da können die virtuellen Testmethoden sehr effizient weiterhelfen und werden zukünftig immer wichtiger, um sicherzustellen, dass alle Systeme wie geplant gemeinsam reibungslos funktionieren.

#### Inwieweit sind im Entwicklungsprozess reale Prototypen verfügbar und wie hat sich die Verfügbarkeit im Laufe der Zeit entwickelt?

**Honisch:** Jedes Unternehmen versucht, die Zahl der realen Prototypen klein zu halten, weil das ein großer Kostenpunkt ist. Das kann durch das virtuelle Testen unterstützt werden. Wir haben die Prototypen, die wir brauchen, zur Verfügung. Vielleicht wird es die Zukunft bringen, dass wir keine realen Prototypen mehr benötigen, aber ich denke, dass für eine gute Validierung immer noch ein reales Fahrzeug notwendig ist.

#### Wie viele Varianten gibt es denn, die Sie auf dem Lenkungs-HIL testen? Kann man das beziffern?

**Contini:** Wir können knapp 500 Fahrmanöver pro Tag am HIL für

verschiedene Fahrzeugvarianten und Parametersätze durchführen.

#### Im realen Fahrversuch wäre das eine ganze Menge. Das heißt also, es wird ein Design of Experiments (DOE)-Tool effizient eingesetzt?

**Schöning:** Genau, der Einsatz von DOE hat viele Vorteile. Das ist ja nicht nur eine einfache Automatisierung von allen möglichen Tests, sondern es ist eine Vorauswahl der Tests, die überhaupt nötig sind.

#### Können Sie abschätzen, wie die Tests ablaufen würden, wenn Sie kein DOE einsetzen würden?

**Contini:** Die Fahrmanöver könnten auch manuell durchgeführt werden. Die Zieloptimierung würde dabei iterativ basierend auf Erfahrung und Know-How des Tuners erfolgen. Mit DOE wird das Wissen in einer Datenbank dokumentiert. Darauf kann wieder zugegriffen und ein optimaler Kompromiss zwischen Parametern gefunden werden.

**Honisch:** Der Subjektivtuner nutzt seine Erfahrung, um die verschiedenen Tests durchzuführen und die Konfiguration des Systems zu optimieren. Und ähnlich macht es das DOE in einer Vorauswahl von sinnvollen Tests, um dann zielführend das System in die gewünschte Richtung zu optimieren. Und daraus erhält der Subjektivtuner dann seine Hinweise, welche Parameter verändert werden müssen. Das kann er dann real testen und validieren, um zu dem gewünschten Ergebnis zu kommen.

#### Der Subjektivtuner könnte ja befürchten, dass ein Verfahren entwickelt wurde, das einen Teil seiner Arbeit an die Maschine verlagert. Stößt dieses Verfahren auf Gegenliebe?

**Honisch:** Das stößt auf Gegenliebe. Man nimmt dem Subjektivtuner die Arbeit ja nicht weg, sondern erleichtert sie.

**Contini:** Ich denke die Aussage kann man uneingeschränkt so stehen lassen. Klar, am Anfang arbeitet man da auch gegen Zweifel – die sind ja auch wichtig, um das System wirklich zu bestätigen. Aber letztendlich sind wir soweit, dass das Lenkungstuning am Prüfstand fest

in den Entwicklungsprozess integriert ist. Die Subjektivtuner sehen darin auch die Vorteile und lassen sich gerne helfen, um beispielsweise die Variantenvielfalt sicher abdecken zu können. Der Feinschliff und die Bewertung werden weiterhin durch sie am realen Fahrzeug vorgenommen, am Ende sind die Applikationsingenieure auch für die Fahrzeugeigenschaften verantwortlich. Was mich persönlich immer wieder beeindruckt ist, wie gut subjektiv gefühlt werden kann, was objektiv vorliegt.

#### Wie laufen Tests am Prüfstand bei Ihnen konkret ab?

**Schöning:** Die erste Frage, die wir uns gestellt haben, war: Wie können wir das subjektive Lenkgefühl objektivieren? Denn das ist der wichtigste und der entscheidende Schritt, um überhaupt in der virtuellen Welt arbeiten zu können. Aus dieser ersten Untersuchung haben wir dann viele Schlüsse gezogen und standardisierte Manöver herausgearbeitet, die wir jetzt über den gesamten Fahrzeuggeschwindigkeitsbereich testen. Hauptsächlich konzentrieren wir uns dabei auf den Fahrbereich, in dem der Normalkunde zu 80 bis 90% unterwegs ist – der Bereich der niedrigen Querbearbeitungen und Lenkfrequenzen. Zusätzlich bilden wir natürlich auch hohe Querbearbeitungen und schnelle Lenkfrequenzen ab.

#### In welchem Geschwindigkeitsbereich bewegen wir uns da?

**Schöning:** Von Schrittgeschwindigkeit bis hin zur Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs. Das ist auch ein großer Vorteil der Simulation, denn hohe Geschwindigkeiten können in der realen Welt nicht immer einfach so gefahren werden. Am Prüfstand ist das aber jederzeit möglich.

#### Können Sie beziffern, wie viele Kilometer oder Szenarien mehr Sie durch den Einsatz des virtuellen Fahrversuchs schaffen?

**Schöning:** Eine konkrete Zahl zu nennen ist schwierig. Unsere Standardtests können wir selbst in einfacher Echtzeit circa zehnmal schneller auf dem Prüfstand fahren als auf der realen

Teststrecke. Das liegt daran, dass keine Anfahrt nötig ist, das Fahrzeug sofort starten kann und es keinen Verkehr gibt. Außerdem sind wir nicht abhängig von Fahrzeugverfügbarkeit, Wetter und Prüfgelände. Insofern können wir vieles im Vorfeld am Prüfstand testen.

#### Sie applizieren nicht nur eine Fahrzeugvariante, sondern die ganze Modellpalette. Dafür ist es notwendig, einen virtuellen Prototyp aufzubauen. Wie funktioniert dies bei Ihnen?

**Contini:** Momentan benötigen wir etwa zwei Wochen, um einen virtuellen Prototyp aufzubauen. Das liegt daran, dass wir alle Daten, die dafür notwendig sind, sammeln und mit verschiedenen Abteilungen sprechen müssen. Ich glaube, dass es im Laufe der Zeit effizienter werden wird. Nach der Parametrierung wird der Prototyp einmalig gegen dynamische Messungen validiert um eine hohe Simulationsgüte sicherzustellen.

#### Gibt es einen Prozess, bei dem Fahrzeuge mit entsprechender Messtechnik bestimmte Manöver abfahren, um die Daten für die spätere Fahrzeugvalidierung des virtuellen Prototyps zu nutzen?

**Schöning:** Das haben wir in dem Prozess schon mit eingeplant. Wir wissen genau, wenn wir ein virtuelles Lenkungstuning machen wollen, müssen wir zu einem vordefinierten Zeitpunkt bestimmte Tests durchführen. Und dazu gehören natürlich die KnC-Tests mit dynamischen Messungen, die wir intern durchführen. Die kurzen Wege und die gute Kommunikation zwischen den Teams und den Mitarbeitern sind sehr vorteilhaft. So schaffen wir es, die Planung so effizient wie möglich zu gestalten. In diesem dynamischen Umfeld muss es allerdings auch so schnell gehen.

#### An Ihrem Prüfstand wurde die komplette Lenkung verbaut. Kommen auch die Originalmesstechnik und die Parametrierungsmethoden und -tools zum Einsatz?

**Contini:** Wir nutzen auch am Prüfstand die gleichen Tools wie im realen Fahrversuch. Dies ist eine Grundvoraussetzung für den Erfolg der Methode, da sich so die



Parametersätze zwischen Prüfstand und Fahrzeug direkt übertragen lassen. Somit erfolgt die Lenkungsabstimmung technisch genauso wie im Auto mit dem Unterschied, dass am Prüfstand direkte objektive Ziele verfolgt werden.

#### Erfolgt die Validierung für alle Fahrzeugvarianten oder wird eine Basisvariante genutzt und z. B. eine zusätzliche Masse, um andere Motoren zu validieren?

**Schöning:** Wir bauen auf der Modellvariante auf, die wir gemessen haben. Um andere Gewichtsversionen virtuell zu testen, adaptieren wir diese Bedingungen vorher in das Simulationsmodell. Wenn wir alle Varianten durchtesten müssten, wäre das zeitlich nicht möglich. Das ist auch der große Vorteil von CarMaker, dass wir diese realen Varianten sehr schnell mit einem virtuellen Prototyp umsetzen können. Dass man einfach sagt, jetzt ist der schwerere Dieselmotor mit der Automatik verbaut oder jetzt ist der kleine Benzinmotor mit der manuellen Schaltung im Testfahrzeug.

#### Mit welchen Eigenschaften konnte Sie CarMaker hier am besten unterstützen?

**Contini:** Die hohe Simulationsgenauigkeit gewährleistet eine hohe Zuverlässigkeit. Auch die Reproduzierbarkeit und das Frontloading sowie die Integration von anderen Systemen sind große Vorteile. Wir können die Modelle in der Simulation verändern und beliebig viele andere Varianten aufbauen, das funktioniert ziemlich gut. Man hat mit CarMaker

einfach sehr viele Möglichkeiten.

#### Wie funktioniert denn der Austausch mit Zulieferern und anderen Abteilungen?

**Schöning:** Für unsere Arbeit war unser Lenksystemzulieferer extrem wichtig. Der war von Anfang an in dem Prozess mit integriert. Der Austausch funktioniert reibungslos und schnell. Auch da ist es natürlich wichtig, dass man diese Schnittstellen sauber definiert.

#### Zum Thema Vorteile der Automatisierung: Ermöglicht sie es Ihnen, in die Mittagspause zu gehen und danach einen Datensatz von einer Fahrzeugvariante automatisiert vorappliziert zu haben?

**Contini:** Genau. Es ist eine tolle Sache, die Simulation einfach laufen lassen zu können. Die Idee ist, sämtliche Varianten vorliegen zu haben. Angenommen man hat vier oder fünf Fahrzeugvarianten als virtuelle Prototypen vorbereitet, dann kann man diese so variieren, dass man für jedes Fahrzeug und für jede Fahrzeugvariante das benötigte Parameter-Setting erhält. Ich rechne für eine gesamte Fahrzeugbaureihe mit circa einem Tag am Prüfstand, bis die Vorapplikation der Lenkung so gut ist, dass man sie im realen Fahrversuch feintunen kann.

#### Dann bedanke ich mich für das Interview und für die Zeit, die Sie sich genommen haben.

**Honisch:** Vielen Dank Ihnen.