
Optimales Layout von Bobschlitten (Bobdynamik) – Bob-Expertensystem¹

Peter Maißer (Projektleiter), Frank Grüllich

TU Chemnitz
Institut für Mechatronik

1 Problem

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Unterstützung der Konstrukteure des Instituts FES Berlin beim Entwurf neuer Sportgeräte für den Bobsport. Diese sind bei der Testung neuer Designs erheblichen Einschränkungen unterworfen: einerseits können Testläufe nur innerhalb eines sehr beschränkten Zeitfensters, das durch natürliche Gegebenheiten und den Zeitplan für das Training der Athleten sowie den Terminen für Wettkämpfe definiert ist, statt finden. Andererseits ist die Reproduzierbarkeit dieser Versuche nicht gegeben. Mit diesen Einschränkungen und Methoden des Trial and Error in der Entwurfs- bzw. Re-design-Phase von Sportgeräten wird die Konkurrenzfähigkeit der deutschen Athleten im internationalen Wettbewerb in absehbarer Zeit gefährdet sein, weil auch im internationalen Hochleistungsport der klassische Entwurfsprozess zunehmend durch virtuelles Prototyping unterstützt wird. Da dieser Weg in anderen Branchen, wie z.B. der Automobilindustrie, mittlerweile bereits massiv und erfolgreich Anwendung findet, ist zu erwarten, dass der rechnergestützte Entwurf auch im Bobsport zu technischen Verbesserungen am Sportgerät führen wird.

2 Methode

Vorrangiger Schwerpunkt für eine wirklichkeitsnahe Simulation der Bobdynamik ist die Abbildung des Bobschlittens durch ein detailgetreues Modell. Dazu stehen als Grundlage CAD-Daten zur Verfügung, aus denen weitgehend automatisch ein mehrkörperdynamisches Modell des Bob-Schlittens FES04 generiert werden kann. Dieses ist Teilmodell des gesamten Mehrkörpersystems (MKS). Die Simulation erfolgt auf einem Modell der Bahn Winterberg, die durch eine zweifach-gekrümmte NURBS-Fläche abgebildet wird. Die Bindung des Bobschlittens an ein solches Modell der Bahn Winterberg wird durch holonome und anholonome Zwangsbedingungen abgebildet. Das kinematische Schema des so

¹ VF 0407/15/03/1998-2002

entstandenen Teilmodells Schlitten – Bahn und die graphische Darstellung in der Simulationsumgebung alaska ist in Abbildung 1 bzw. Abbildung 2 dargestellt.

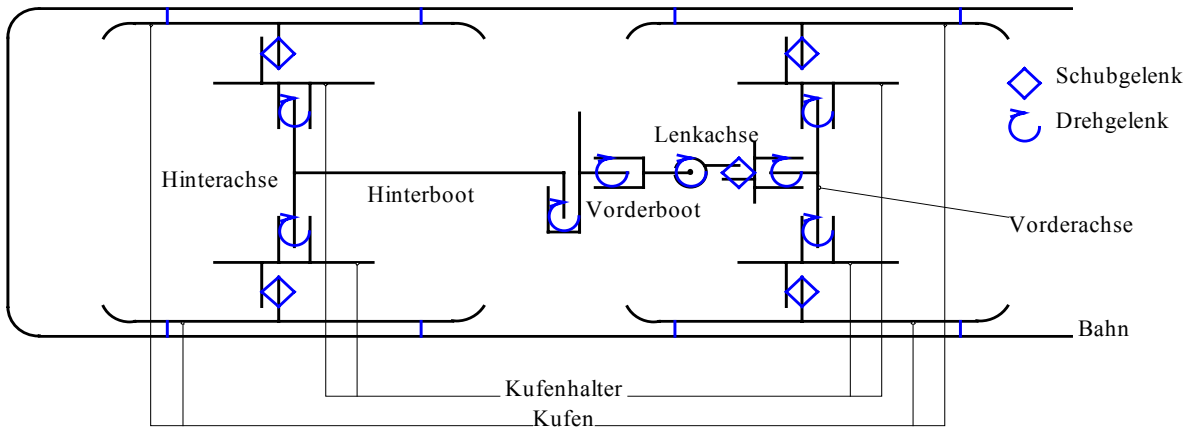


Abb. 1: Kinematisches Schema des MKS-Modells des Bobschlittens

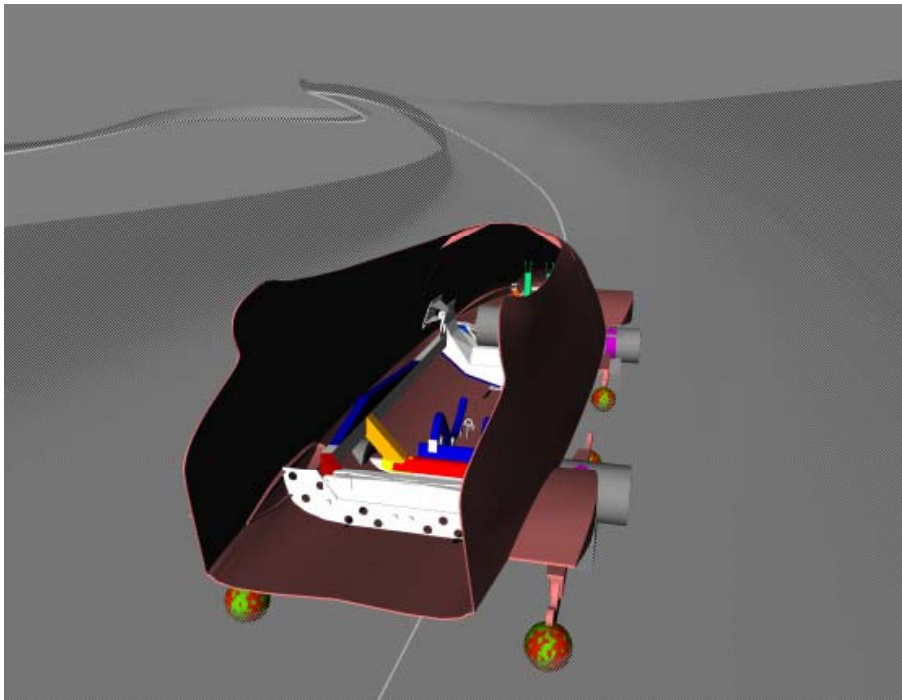


Abb. 2: Graphische Darstellung des MKS-Modells

Zur Sicherung der Reproduzierbarkeit von Simulationsergebnissen werden die Fahrten während der Simulation des Mehrkörpermodells entlang einer bestimmten Sollfahrspur geregelt.

Zur weiteren Detaillierung des Modells werden verschiedene Phänomene des Kontakts zwischen Kufe und Eis berücksichtigt. Durch Einbeziehung von Ergebnissen der Grund-

lagenforschung², die von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert wurde, ist das Lösen der Bindung der Kufen an die Eisfläche möglich, so dass bei einem Vorzeichenwechsel der Kufenaufstandskraft ein Kufenabheben ermöglicht wird (unilaterale Bindung). Darüber hinaus werden Störungen in der Eisoberfläche sowie Änderungen im Reibbeiwert – hervorgerufen durch Temperaturänderungen – berücksichtigt. Außerdem wird die Behinderung der Fahrt durch Eisabrieb abgebildet.

3 Ergebnisse

Die Berücksichtigung der Eiseigenschaften in Kombination mit der unilateralen Bindung der Kufen an die Eisfläche (Abbildung 3) erhöht die Wirklichkeitsnähe in der Simulation erheblich. Der Einfluss der abgebildeten Eiseigenschaften auf das fahrdynamische Verhalten ist besonders gut sichtbar an der Fahrgeschwindigkeit (Abbildung 4).

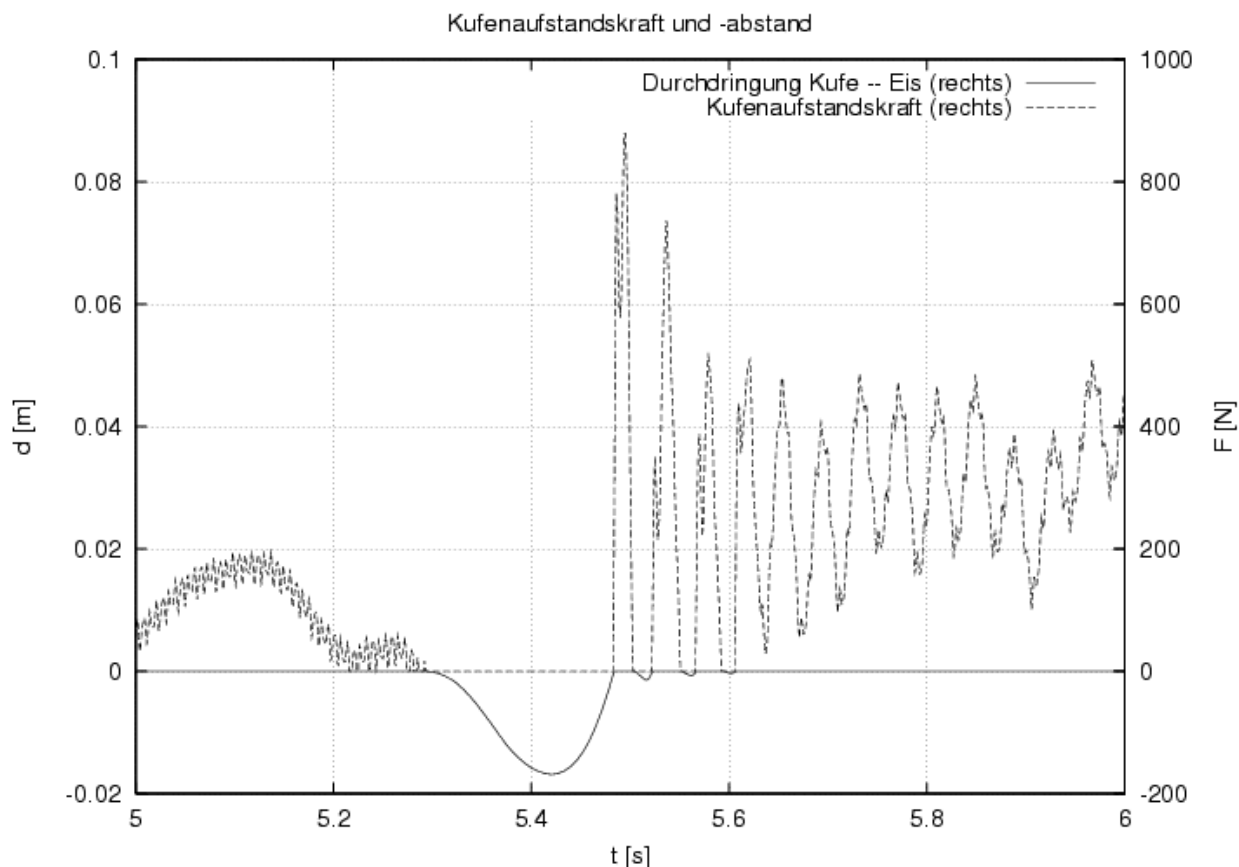


Abb. 3: Durchdringung von Kufe und Eis und Kufenaufstandskraft

² DFG (Ma 1505/16): „Anholonome Mehrkörperdynamik mit Anwendung im Hochleistungssport“

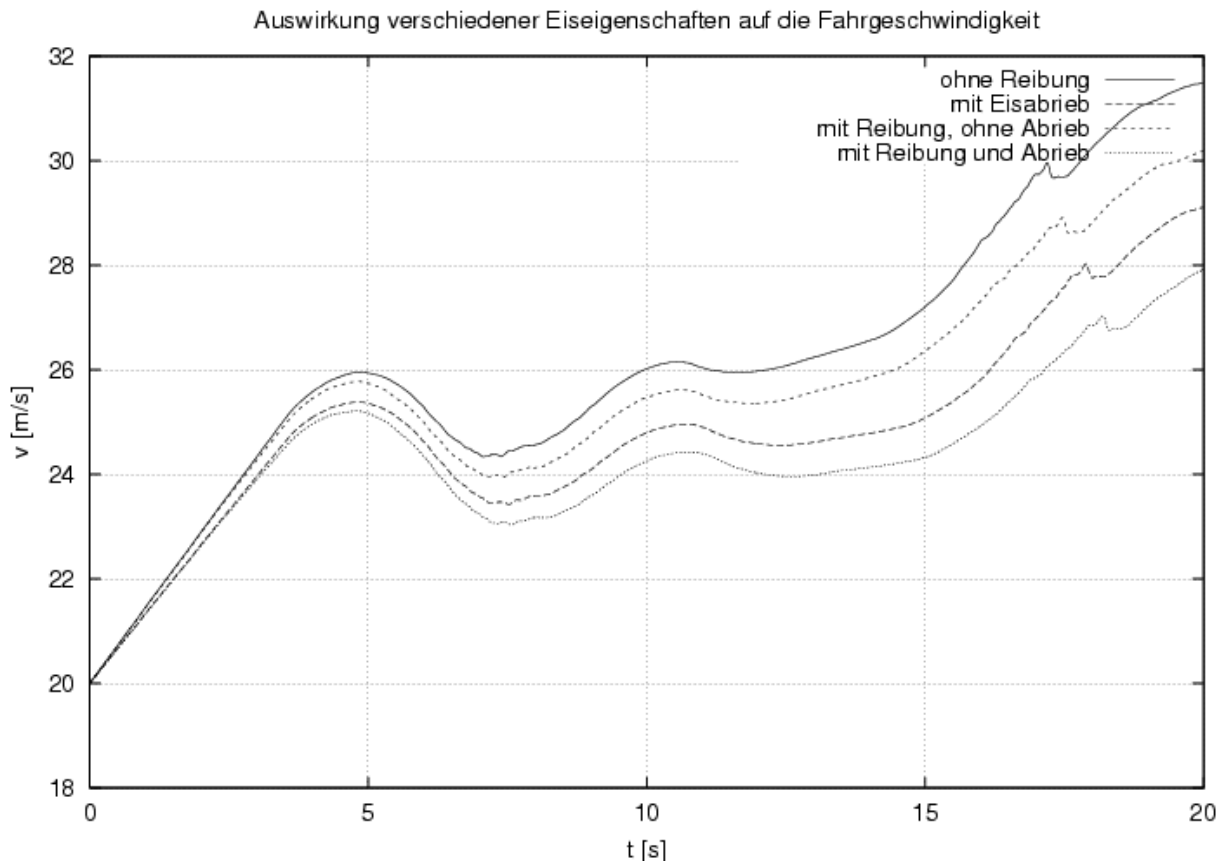


Abb. 4: Einfluss verschiedener Eis-Modelle auf die Vorderbootgeschwindigkeit

4 Diskussion

Mit der nunmehr realisierten Detailgenauigkeit sind aus der Simulation zuverlässige Aussagen über das dynamische Verhalten des Bobschlittens während der Fahrt auf einer Bobbahn mit den berücksichtigten Eiseigenschaften möglich. Damit kann eine quantitative Einschätzung des Einflusses klar zu definierender Parameter auf das fahrdynamische Verhalten getroffen werden.

Ein entscheidender Punkt für eine erfolgversprechende Nutzung des noch in Arbeit befindlichen Entwurfswerkzeuges ist die Validierung. Dieser Prozess beinhaltet den Vergleich von Daten des virtuellen und des realen Prototypings und ist deshalb – wenigstens teilweise – saisonal determiniert. Deshalb muss das bis jetzt entwickelte Simulationswerkzeug aktiv in den Konstruktionsprozess einbezogen werden, um die Richtigkeit der simulativ gestützten Vorhersagen in Bezug auf das dynamische Verhalten eines Bobschlittens zu überprüfen.

Parallel dazu wird an der ständigen Verbesserung des Gesamtmodells Bob – Bahn gearbeitet. Eine weitere Steigerung in der Qualität der Simulation ist durch die Berücksichti-

gung der Mannschaft zu erwarten. Diese hat wegen des erheblichen Masseanteils einen beträchtlichen Einfluss auf das dynamische Verhalten des Bobschlittens.

Zur gezielten Auslegung des optimalen Layouts werden Werkzeuge zur nichtlinearen Optimierung eingesetzt. Die damit verbundenen Parametervariationen sind im Allgemeinen sehr rechenintensiv, so dass entsprechende Hard- und Software-Plattformen genutzt werden müssen.

Die Bearbeiter danken dem BISp und dem Institut FES für die gewährte Unterstützung und vertrauensvolle Zusammenarbeit.

5 Literatur

- Grüllich, F. & Maißer, P. (2003). *Bob-Expertensystem II*. Zwischenbericht IfM Chemnitz.
- Grüllich, F. & Maißer, P. (2003). *Bob-Expertensystem I*. Abschlussbericht IfM Chemnitz.
- Grüllich, F. & Maißer, P. (2002). *Bob-Dynamik III*. Abschlussbericht IfM Chemnitz.
- Kielau, G. & Maißer, P. (2003). *Anholonome Mehrkörperdynamik*. Abschlussbericht IfM Chemnitz.
- Günther, M. & Maißer, P. (1999). *Bob-Fahrsimulator*. Report IfM Chemnitz.
- Günther, M., Kielau, G. & Maißer, P. (1994). *Simulation von Fahrten gesteuerter Bobschlitten*. IfM Chemnitz.
- Maißer, P. (1998). *Brachystochronen als zeitkürzeste Fahrspur von Bobschlitten*. ZAMM.

