

Nutzerschnittstelle				Methodenbaukasten (Überblick)		
Simulationsbaustein	Teilprojekt	Ziel des Simulationsbausteins (Situation der Entwickler)	Vorgehen	Allgemeine Ebene	Anwendungsebene	Projektspezifische Ebene
Fertigungsgerechte Strukturoptimierung	TP 9	Struktur optimieren auf erforderliche mechanische Belastbarkeit bei möglichst geringem Materialbedarf und prozessgerechtem Design	Ausgangsmodell und Randbedingungen festlegen	Festlegung Randbedingungen	Festlegung Randbedingungen - verfügbarer Bauraum beim Volumenmodell Druckguss	Festlegung Randbedingungen - verfügbarer Bauraum beim Volumenmodell Fahrwerkumlenker (Formula Student)
			↓		Festlegung Randbedingungen - erster Entwurf mit Flächenmodell Tiefziehen	Festlegung Randbedingungen - erster Entwurf mit Flächenmodell Ausrückhebel PKW-Kupplung (VW-Konzern)
			Struktur optimieren	Berechnungsmodell-aufbereitung	Modellerstellung - Volumenmodell Druckguss	Modellerstellung - Volumenmodell Fahrwerkumlenker (Formula Student)
			↓		Modellerstellung - Flächenmodell Tiefziehen	Modellerstellung - Flächenmodell Ausrückhebel PKW-Kupplung (VW-Konzern)
			Berechnungsmodell-aufbereitung - Topologieoptimierung		Berechnungsmodell-aufbereitung - Topologieoptimierung des Fahrwerkumlenkers (Formula Student)	
			↓	Berechnungsmodell-aufbereitung - Dimensionierung	Berechnungsmodell-aufbereitung - Dimensionierung Ausrückhebel PKW-Kupplung (VW-Konzern)	
			optimierte Geometrie konstruieren	Strukturoptimierung	Berechnungsmodell-aufbereitung - Formoptimierung	Berechnungsmodell-aufbereitung - Formoptimierung Ausrückhebel PKW-Kupplung (VW-Konzern)
			↓		Strukturoptimierung - Topologieoptimierung des Bauraums	Strukturoptimierung - Topologieoptimierung des Fahrwerkumlenkers (Formula Student)
			Strukturoptimierung - Dimensionierung		Strukturoptimierung - Dimensionierung Ausrückhebel PKW-Kupplung (VW-Konzern)	
			↓	Strukturoptimierung - Formoptimierung	Strukturoptimierung - Formoptimierung Ausrückhebel PKW-Kupplung (VW-Konzern)	
Fertigbarkeit prüfen	Fertigbarkeitsanalyse	Neukonstruktion - Druckgussteil	Neukonstruktion - Fahrwerkumlenker (Formula Student)			
↓		Neukonstruktion - Tiefziehteil	Neukonstruktion - Ausrückhebel PKW-Kupplung (VW-Konzern)			
Fertigbarkeitsanalyse - Druckguss - sp-Analyse		-				
				Fertigbarkeitsanalyse - Prüfung der Tiefziehbarkeit (Ausdünnung und Rissbildung) - OneStep-Solver	Fertigbarkeitsanalyse - Prüfung der Tiefziehbarkeit - OneStep-Solver (Ausrückhebel PKW-Kupplung VW-Konzern)	
				Fertigbarkeitsanalyse - Prüfung der Tiefziehbarkeit (Faltenbildung) - Patch Analyzer	-	
FEA-Assistenzsystem	TP6	Simulation mit Unterstützung durchführen	Simulationswissen akquirieren	Akquisition von Berechnungswissen durch Knowledge Discovery in Databasis (KDD)	KDD - Analyse von FE-Modellen und strukturierten Berechnungsberichten durch Data-Mining	KDD - Analyse von FE-Modellen und strukturierten Berechnungsberichten durch Data-Mining - Schrauben- und Schweissverbindungen
			↓		KDD - Text-Mining zur Aufbereitung unstrukturierter und textbasierter Berechnungsberichte	KDD - Analyse von FE-Modellen und strukturierten Berechnungsberichten durch Data-Mining - Federal-Mogul- Kolben
			CAD-Modell für die Simulation anpassen	Erstellung und Aufbereitung der CAD-Geometrie fuer den Simulationsaufbau	Erstellung und Aufbereitung der CAD-Geometrie fuer den Simulationsaufbau - Einsatz von CAE-Features fuer Baugruppen aus standardisierten Bauteilen und Verbindungselementen	Erstellung der CAD-Geometrie und Aufbereitung fuer den Simulationsaufbau - Einsatz von CAE-Features fuer Baugruppen aus standardisierten Bauteilen und Verbindungselementen - B&W Software: Blech- und Profilkonstruktionen mit Schrauben- und Schweissverbindungen
			↓		Erstellung und Aufbereitung der CAD-Geometrie fuer den Simulationsaufbau - Bereitstellung von Modellierungsregeln und Anleitungen fuer nicht-featurebasierte Bauteile	Erstellung der CAD-Geometrie und Aufbereitung fuer den Simulationsaufbau - Bereitstellung von Modellierungsregeln und Anleitungen fuer nicht-featurebasierte Bauteile - VW-Konzern: Querlenker PQ35 (Variante Gussbauteil)
			Berechnungsmodell erzeugen und automatisch simulieren	Vernetzung sowie Erstellung der Kontakt- und Randbedingungen und Simulationsdurchfuehrung	Vernetzung sowie Erstellung der Kontakt- und Randbedingungen und Simulationsdurchfuehrung - Einsatz von CAE-Features fuer Baugruppen aus standardisierten Bauteilen und Verbindungselementen	Vernetzung sowie Erstellung der Kontakt- und Randbedingungen und Simulationsdurchfuehrung - Einsatz von CAE-Features fuer Baugruppen aus standardisierten Bauteilen und Verbindungselementen - B&W Software: Blech- und Profilkonstruktionen mit Schrauben- und Schweissverbindungen
	↓		Vernetzung sowie Erstellung der Kontakt- und Randbedingungen und Simulationsdurchfuehrung - Bereitstellung von Modellierungsregeln und Anleitungen fuer nicht-featurebasierte Bauteile		Vernetzung sowie Erstellung der Kontakt- und Randbedingungen und Simulationsdurchfuehrung - Bereitstellung von Modellierungsregeln und Anleitungen fuer nicht-featurebasierte Bauteile - VW-Konzern: Querlenker PQ35 (Variante Gussbauteil)	
	Simulationsergebnisse überprüfen		Plausibilitätsprüfung	Plausibilitätsprüfung - strukturmechanische FE-für alle Bauteile und Baugruppe (Simulationsergebnissen durch Parameterstudien)	Plausibilitätsprüfung - strukturmechanische FE-Simulationsergebnissen durch Parameterstudien - Biegung Kolbenbolzen	
	↓			Plausibilitätsprüfung - strukturmechanische FE-Simulationsergebnissen durch analytische Nachrechnung	Plausibilitätsprüfung - strukturmechanische FE-Simulationsergebnissen durch analytische Nachrechnung - Biegung Kolbenbolzen	
	↓			Plausibilitätsprüfung - strukturmechanische FE-für "einfache" Geometrien (Simulationsergebnissen durch analytische Nachrechnung)	Plausibilitätsprüfung - strukturmechanische FE-Simulationsergebnissen durch analytische Nachrechnung - VW-Konzern: Ausrücklagerhebel PKW-Kupplung	
					selbstlernender Fehlerassistent mit Bayesischen Wahrscheinlichkeitsnetzen	-
			Künstliche Neuronale Netze	Künstliche Neuronale Netze - Erkennen von Bauteilen innerhalb FE-Programme	Künstliche Neuronale Netze - Bauteilerkennung - selber ausgewählte Beispielbaugruppe: verschraubte Platten + Bolzen	

Simulationsbaustein	Teilprojekt	Ziel des Simulationsbausteins (Situation der Entwickler)	Vorgehen	Allgemeine Ebene	Anwendungsebene	Projektspezifische Ebene
Patch-Optimizer	TP8	Kommunikationsfluss über CAD-Modell erlauben		Bauteilgeometrie importieren	Bauteilgeometrie - Tiefziehgeometrie als STEP importieren	Bauteilgeometrie - Tiefziehgeometrie als STEP importieren - BMW: Motorträger Mitte
					Bauteilgeometrie - Druckgussgeometrie als FDM Netz aus Simulation importieren	Bauteilgeometrie - Druckgussgeometrie als FDM Netz aus Simulation importieren - Audi: Verbindungsteils Längsträger-Schweller
				Semantische Informationen generieren	Semantische Informationen - automatisch fertigungsrelevante Informationen durch Geometrieanalyse von Tiefziehgeometrie generieren	Semantische Informationen - Geometrieanalyse von Tiefziehgeometrie generieren - BMW: Motorträger Mitte
					Semantische Informationen - automatisch fertigungsrelevante Informationen durch Geometrieanalyse von Druckgussgeometrie generieren	Semantische Informationen - Geometrieanalyse von Druckgussgeometrie generieren - Audi: U400
	Semantische Informationen - manuell Informationen zur späteren Auswertung an Geometrieelemente knüpfen	Semantische Informationen - manuell Informationen zur späteren Auswertung an Geometrieelemente knüpfen - BMW: Motorträger Mitte				
Semantisches Modell exportieren	Semantisches Modell - als STEP Datei exportieren	Semantisches Modell - als STEP Datei exportieren - BMW: Motorträger Mitte				
	TP1			Geometrieanpassung	Geometrieanpassung - Tiefziehgeometrie fertigungsgerecht gestalten	Geometrieanpassung - Tiefziehgeometrie fertigungsgerecht gestalten - BMW: Motorträger Mitte
3D-Oberflächen-erfassung	TP10	Gültigkeit einer Simulation mit idealem 3D-Modell überprüfen und Bereitstellung von Methoden zur Modellaufbereitung mit Realgeometrieelementen		Digitalisierung werkzeug-fallender Prototypen	Digitalisierung werkzeug-fallender Prototypen - für Bauteile (3D-Oberflächenerfassung)	Digitalisierung werkzeug-fallender Prototypen - 3D-Oberflächenerfassung - BMW: Tiefziehemonstrator
					Digitalisierung werkzeug-fallender Prototypen - für Baugruppe (Industrie-CT)	Digitalisierung werkzeug-fallender Prototypen - 3D-Oberflächenerfassung - VW-Konzern: Ausrückhebel PKW-Kupplung
					Digitalisierung werkzeug-fallender Prototypen - für Baugruppe (Industrie-CT)	Digitalisierung werkzeug-fallender Prototypen - 3D-Oberflächenerfassung - MEKRA Lang: Raste LKW-Rückspiegelsystem
				Simulation Fertigungsprozess	Simulation Fertigungsprozess - Füll-/Erstarrungsim. Druckguss	
					Simulation Fertigungsprozess - Umformsim. Tiefziehen	
				Visualisierung Abweichungen	Visualisierung Abweichungen - Falschfarbendarstellung	Visualisierung Abweichungen - Falschfarbendarstellung - BMW: Tiefziehemonstrator
						Visualisierung Abweichungen - Falschfarbendarstellung - MEKRA Lang: Raste LKW-Rückspiegelsystem
						Visualisierung Abweichungen - Falschfarbendarstellung - LoeschPack: Faltfinger
				Analyse des Kraftflusses	Analyse des Kraftflusses - Identifikation von kritischen Bereichen	
				Bewertung geometrischer Abweichungen	Bewertung geometrischer Abweichungen - Tiefziehen	Bewertung geometrischer Abweichungen - Tiefziehen - BMW: Tiefziehemonstrator
Bewertung geometrischer Abweichungen - Gießen	Bewertung geometrischer Abweichungen - Gießen - Wellen-/Faltenwurf					
Integration von Realgeometrie ins Modell	Integration von Realgeometrie ins Modell - parametrische Korrektur im CAD-System bei vorhandenem CAD-Modell und einfachen Geometrien	Integration von Realgeometrie ins Modell - parametrische Korrektur im CAD-System bei vorhandenem CAD-Modell und einfachen Geometrien - MEKRA Lang: LKW-Rückspiegelsystem, gebogenes Rohr				
	Integration von Realgeometrie ins Modell - Reverse Engineering Prozesskette bei fehlendem CAD-Modell	Integration von Realgeometrie ins Modell - Reverse Engineering Prozesskette bei fehlendem CAD-Modell - LoeschPack: Faltfinger				
	Integration von Realgeometrie ins Modell - Scan-Inserts (Hybridmodelle) bei vorhandenem CAD-Modell und komplexen Geometrien	Integration von Realgeometrie ins Modell - Scan-Inserts (Hybridmodelle) bei vorhandenem CAD-Modell und komplexen Geometrien - MEKRA Lang: Raste LKW-Rückspiegelsystem				
	Integration von Realgeometrie ins Modell - Adaption von FE-Netzen bei bereits vorhandenem FE-Modell unabhängig vom CAD-Modell	Integration von Realgeometrie ins Modell - Adaption von FE-Netzen bei bereits vorhandenem FE-Modell unabhängig vom CAD-Modell - VW-Konzern: Ausrückhebel PKW-Kupplung				
Druckgussimulation	TP2	fertigbare Gussgeometrie final gestalten		Modellvorbereitung	Modellvorbereitung - Simulation Druckguss	Modellvorbereitung - Simulation Druckguss - Audi: Längsträger und Gehäufaufnahme
				Fertigbarkeitsanalyse	Fertigbarkeitsanalyse - Bauteilanalyse für Anwender auf dem Prozess Druckguss (umfasst sp-Analyse und Patchgenerierung Als Fehlerindikator und zur Visualisierung)	Fertigbarkeitsanalyse - Bauteilanalyse für Anwender auf dem Prozess Druckguss - Audi: Längsträger und Gehäufaufnahme
				Geometrieanpassung	Geometrieanpassung - Anschnittplatzierung Druckguss	Geometrieanpassung - Anschnittplatzierung Druckguss - Audi: Längsträger und Gehäufaufnahme
Simulationsqualität abschätzen	TP4	geeignete Einflussgrößen auswählen und anpassen		Checkliste	Checkliste - Tiefziehen	Checkliste - Tiefziehen - BMW: Tiefziehemonstrator
					Checkliste - funktionale Simulation	Checkliste - funktionale Simulation - Beispielsbauteil: J-Winkel-Kreis
				Parameterstudie	Checkliste - funktionale Simulation - Beispielsbauteil: Balken	
					Parameterstudie - Tiefziehen	Parameterstudie - Tiefziehen - BMW: Tiefziehemonstrator
					Parameterstudie - Radiendiskretisierung für funktionale Simulation	Parameterstudie - Radiendiskretisierung - Beispielsbauteil: J Winkel-Kreis
				Fehlerabschätzung	Parameterstudie - Elementqualität (Aspect Ratio) für funktionale Simulation	Parameterstudie - Aspect Ratio - Beispielsbauteil: Balken
					Fehlerabschätzung - Tiefziehen	Fehlerabschätzung - Tiefziehen - BMW: Tiefziehemonstrator
Fehlerabschätzung - Radiendiskretisierung für funktionale Simulation	Fehlerabschätzung - Radiendiskretisierung - Beispielsbauteil: J Winkel-Kreis					
	Fehlerabschätzung - Elementqualität (Aspect Ratio) für funktionale Simulation	Fehlerabschätzung - Aspect Ratio - Beispielsbauteil: Balken				

Simulationsbaustein	Teilprojekt	Ziel des Simulationsbausteins (Situation der Entwickler)	Vorgehen	Allgemeine Ebene	Anwendungsebene	Projektspezifische Ebene
Simulationsmanagement	TP3	Anwendung von Simulationen analysieren und Integration in Produktentwicklungsprozess optimieren		Expertengespräche	-	-
				strukturierte Interviews mit SIPOC-Modell	strukturierte Interviews mit SIPOC-Modell	Strukturiertes Interview mit SIPOC-Modell - Aufnahme der Konzeptphase bei MAN
				BPMN-Darstellung	BPMN-Darstellung	BPMN-Darstellung - MAN: Zylinderkopf
						BPMN-Darstellung - MAN: Pleuel
						BPMN-Darstellung - MAN: Ladeluftkühler
				Prozessstandardisierung mit Stage-Gate-Methode	Prozessstandardisierung mit Stage-Gate-Methode	Prozessstandardisierung mit Stage-Gate-Methode - MAN: Zylinderkopf
						Prozessstandardisierung mit Stage-Gate-Methode -MAN: Pleuel
	Prozessstandardisierung mit Stage-Gate-Methode -MAN: Ladeluftkühler					
	TP5	Kommunikation zwischen Konstruktion und Simulation verbessern		Leitfadeninterview	Leitfadeninterview - Kommunikationsflüsse	Leitfadeninterview - Kommunikationsflüsse - iwis
				Systemgraph	Systemgraph - Simulationskontext	Systemgraph - Simulationskontext - iwis
				Standardisierung Berechnungsauftrag mit Anforderungsschablonen	Standardisierung Berechnungsauftrag mit Anforderungsschablonen - FEM	Standardisierung Berechnungsauftrag mit Anforderungsschablonen - FEM - iwis
					Standardisierung Berechnungsauftrag mit Anforderungsschablonen - CFD	Standardisierung Berechnungsauftrag mit Anforderungsschablonen - CFD - iwis