



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Bachelorarbeit

Nils Schaper

Entwicklung eines automatischen Prüfverfahrens für Creo-Modelle im Maschinenbaustudium

*Fakultät Technik und Informatik
Department Maschinenbau und Produktion*

*Faculty of Engineering and Computer Science
Department of Mechanical Engineering and
Production Management*

Nils Schaper

**Entwicklung eines automatischen
Prüfverfahrens für Creo-Modelle im
Maschinenbaustudium**

Bachelorarbeit eingereicht im Rahmen der Bachelorprüfung

im Studiengang Maschinenbau Entwicklung und Konstruktion
am Department Maschinenbau und Produktion
der Fakultät Technik und Informatik
der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Hans Joachim Schelberg
Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Hartmut Noack

Abgabedatum:

Zusammenfassung

Name des Studierenden

Nils Schaper

Thema der Bachelorarbeit

Entwicklung eines automatischen Prüfverfahrens für Creo-Modelle im Maschinenbaustudium

Stichworte

PTC Creo, PTC ModelCHECK, CAD, Testat, Datenverwaltung, Qualitätskontrolle, Modellqualität, Datenqualität

Kurzzusammenfassung

Diese Bachelorarbeit umfasst die Auswahl und Integration eines automatischen Prüfverfahrens von CAD Modellen an der HAW Hamburg. Die Möglichkeiten einer Automatisierung werden in dieser Bachelorarbeit ermittelt und bestmöglich mit PTC ModelCHECK umgesetzt. Eine vollumfängliche Automatisierung ließ sich nicht realisieren.

Name of Student

Nils Schaper

Title of the paper

Development of an automatic test procedure for Creo-Models in engineering studies

Keywords

PTC Creo, PTC ModelCHECK, CAD, Testat, Data management, Quality control, Model quality, Data quality,

Abstract

This bachelor thesis includes the choice and the integration of an automatic test procedure for CAD models at the HAW Hamburg. The opportunities of the automation are determined and as good as possible implemented in PTC ModelCHECK. An entire automation is not realizable.

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Bachelor-Thesis mit dem Titel:

Entwicklung eines automatischen Prüfverfahrens für Creo-Modelle im Maschinenbaustudium

selbständig und nur mit den angegebenen Hilfsmitteln verfasst habe. Alle Passagen, die ich wörtlich aus der Literatur oder aus anderen Quellen wie z. B. Internetseiten übernommen habe, habe ich deutlich als Zitat mit Angabe der Quelle kenntlich gemacht.

Hamburg, den _____

Nils Schaper

Danksagung

Mein Dank gilt meinem betreuenden Professor, Herrn Prof. Dr.-Ing. Schelberg. Über die gesamte Zeit meiner Bachelorarbeit hat Herr Prof. Dr.-Ing. Schelberg mir mit seinem Fachwissen und seiner Erfahrung aus der CAD-Industrie zur Verfügung gestanden und somit einen großen Anteil an der erfolgreichen Abgabe meiner Bachelorarbeit.

Zu tiefstem Dank verpflichtet bin ich meinen Eltern sowie meinem Bruder. Durch ihre Hilfe und ununterbrochener Unterstützung war es mir möglich dieses Studium erfolgreich abschließen zu können.

Abschließend gebührt mein Dank meiner Freundin, die mich während der Abschlussarbeit zu jeder Zeit unterstützt hat und auf viel gemeinsame Zeit verzichten musste.

Aufgabenstellung

Entwicklung eines automatischen Prüfverfahrens für Creo-Modelle im Maschinenbaustudium

Die in den Grundlagenfächern (i.e. CAD, Konstruktion, e.a.) des Maschinenbaus erzeugten Creo-Modelle werden heute ausschließlich manuell geprüft. Dies beinhaltet zum Einen eine formale Prüfung der 3D-Modelle und der daraus abgeleiteten Zeichnungen gegen die einschlägigen Normen und Richtlinien. Zum Anderen wird die Qualität der 3D-Modelle vor dem Hintergrund der im Studium vermittelten Vorgehensweisen und Industry Best Practices beurteilt.

Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, diese manuelle Prüfung durch ein automatisiertes Prüfverfahren zu ersetzen:

- Analyse repräsentativer CAD-Modelle und Zeichnungen
- Ermittlung/Festlegung der zugrundeliegenden Normen und Best Practices
- Definition des Prüfverfahrens: Prozess, Prüfkriterien, Ergebnisse
- Umsetzung und Dokumentation des Prüfverfahrens in PTC ModelCHECK
- Verifikation anhand ausgewählter Modelle

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	I
Eigenständigkeitserklärung.....	II
Danksagung	III
Aufgabenstellung.....	III
Inhaltsverzeichnis	IV
Abbildungsverzeichnis.....	VI
Tabellenverzeichnis.....	VII
Abkürzungsverzeichnis.....	VIII
1. Einleitung.....	1
2. Grundlagen.....	1
2.1. CAD- Checktools.....	1
2.2. PLM Systeme.....	2
2.3. Industrie 4.0	3
3. Marktübersicht.....	3
3.1. PTC ModelCHECK.....	3
3.2. Q-Checker.....	4
3.3. Siemens NX Check- Mate.....	4
3.4. Solidworks Design Checker	7
3.5. Fazit der Marktübersicht.....	8
4. Anwendungsbeispiele von CAD- Kontrollen in der Industrie	9
4.1. Carl Zeiss AG.....	9
4.2. ZF Friedrichshafen AG.....	10
4.3. Anforderungsunterschiede der Industrie und der HAW Hamburg.....	11
5. Ist- Zustand an der HAW	12
5.1. Aktuelles Prüfverfahren.....	12
5.2. Testatanalyse.....	13

5.2.1. Testat 1	14
5.2.2. Testat 2	15
5.2.3. Testat 3	17
5.2.4. Testat 4	17
5.2.5. Fazit der Testatanalyse	18
5.3. Optimierungspotenzial durch die Automatisierung der CAD- Kontrolle	18
6. Umsetzung in PTC ModelCHECK	19
6.1 Aufbau von PTC ModelCHECK	19
6.1.1. Config.pro Datei.....	20
6.1.2. Config_init.MC Datei.....	21
6.1.3. Condition.mcc Datei	21
6.1.4. Startdatei	21
6.1.5. Checkdatei	21
6.1.6. Textdateien.....	22
6.1.7. Statusdatei	22
6.1.8. Konstantendatei.....	23
6.2. Erstellung der Prüfprofile.....	23
6.2.1. Struktur der Dateinamen	24
6.2.2. Verwendete Prüfungen.....	24
6.2.3. Bauteilspezifische Prüfungen und Sollwerte.....	25
6.2.4. Konsequenzen der Prüfungen festlegen	27
7. Überprüfen und nutzen der Prüfprofile	27
7.1. Testat 1	28
7.2. Testat 2	29
7.3. Testat 3	31
7.4. Testat 4	31
7.5. Fazit der Testatüberprüfung.....	32
7.6. Einbettung der Prüfprofile an der HAW	32

7.7. Nutzen der Prüfprofile an der HAW.....	33
8. Zukunftsausblick von PTC ModelCHECK an der HAW Hamburg	40
8.1. Erweiterung von ModelCHECK.....	40
9. Fazit.....	43
Quellenverzeichnis	IX
10. Anhang	XI

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: PLM Bestandteile	2
Abbildung 3-1: Aufbau von Checkprofilen	5
Abbildung 3-2: Siemens Check- Mate optische Ergebnisdarstellung	6
Abbildung 3-3: Prüfbericht von Solidworks Design Checker.....	7
Abbildung 3-4: CAD- Prüfprogrammvergleich.....	8
Abbildung 4-1: Überschneidungen der Anforderungen.....	11
Abbildung 5-1: Spannplatte	14
Abbildung 5-2: Fehlerauswertung Testat 1	14
Abbildung 5-3: Welle	15
Abbildung 5-4: Fehlerauswertung Testat 2.....	16
Abbildung 5-5: Legostein	17
Abbildung 5-6: Grundplatte.....	17
Abbildung 5-7: Seitenplatte.....	17
Abbildung 5-8: Baugruppe	17
Abbildung 6-1: Aufbau von PTC ModelCHECK.....	20
Abbildung 6-2: Inhalt der config.pro Datei.....	20
Abbildung 6-3: Vorgehensweise der Prüfprofilerstellung	23
Abbildung 7-1: Fehlerhafte Spannplattenzeichnung	28
Abbildung 7-2: Prüfprofilauswertung Testat 1	29

Abbildung 7-3: Fehlerhafte Wellenzeichnung	30
Abbildung 7-4: Prüfprofilauswertung Testat 2.....	30
Abbildung 7-5: Neue Datei.....	34
Abbildung 7-6: Auswahl Volumenkörper.....	34
Abbildung 7-7: Einstellung der Parameter	35
Abbildung 7-8: Eingabe der Parameter	35
Abbildung 7-9: Start von ModelCHECK Interaktive	36
Abbildung 7-10: ModelCHECK Fehlermeldung	36
Abbildung 7-11: ModelCHECK Bericht	36
Abbildung 7-12: Zeichnung starten.....	37
Abbildung 7-13: Wahl der Schablone	38
Abbildung 7-14: Baugruppe prüfen.....	38
Abbildung 7-15: Baugruppen Prüfbericht.....	39
Abbildung 7-16: Bauteile der Baugruppe.....	39
Abbildung 8-1: Fehlerhäufigkeit nach dem Einpflegen eigener Prüfungen	41
Abbildung 8-2: Auswertung der XML Berichte	42

Tabellenverzeichnis

Tabelle 5-1: Korrekturaufwand der Testate	18
Tabelle 6-1: Gewählte Konstanten	23
Tabelle 6-2: PTC ModelCHECK Dateibenennungen	24
Tabelle 6-3: Erlaubte Parameter.....	26
Tabelle 6-4: Erlaubte Bohrungsdurchmesser	26
Tabelle 6-5: Konsequenzen der Prüfung	27
Tabelle 7-1: Benotung der Prüfungen.....	32
Tabelle 7-2: Dateiname	34
Tabelle 10-1: Testat 1 Auswertung.....	XI

Tabelle 10-2: Testat 2 Auswertung	XII
---	-----

Abkürzungsverzeichnis

CAD - Computer Aided Design (engl.): Rechnerunterstütztes Konstruieren/ Designen

CAM – Computer Aided Manufacturing (engl.): Rechnerunterstützte Fertigung

Check (engl.) - Prüfung

Drawing (engl.) – Zeichnung

HAW - Hochschule für Angewandter Wissenschaften

Inc. – Incorporated (Englische Gesellschaftsform)

MC – ModelCHECK

MuP – Maschinenbau und Produktion

Part (engl.) - Bauteil

PDM – Produktdatenmanagement

PLM – Produkt Lifecycle Management (engl.): Produktlebenszyklusmanagement

PTC - Parametric Technology Corporation

Sketch (engl.) - Skizze

Solid (engl.) - Dreidimensionaler Festkörper

SoSe - Sommersemester

WS - Wintersemester

1. Einleitung

Durch die steigende Integration von Computer Aided Design (CAD) und Produkt Lifecycle Management (PLM) Systemen in der Industrie, hat das beherrschen dieser Programme und Techniken einen großen Stellenwert in diversen Studiengängen erlangt. Daher liegt bereits in den ersten Semestern des Maschinenbaustudiums an der Hochschule für Angewandter Wissenschaften (HAW) Hamburg neben dem Produktdatenmanagement (PDM) und dem PLM das Hauptaugenmerk auf dem Konstruieren mit einem CAD- System.

Bedingt durch die Studentenzahl an der HAW, sowie der Menge und Komplexität von Laboraufgaben, ist die zeitliche Belastung der Mitarbeiter für die Korrektur stetig gestiegen und bringt finanziell eine immer höhere Belastung für die Hochschule mit sich.

Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, zu evaluieren in wie weit die Korrektur der Labortestate automatisierbar ist und bis zu welcher Tiefe dies sinnvoll, beziehungsweise machbar ist. Hierzu wird zuerst der aktuelle Korrekturablauf beobachtet, dokumentiert und ausgewertet um die Einführung einer Automatisierung möglichst effektiv gestalten zu können und einen Vorher-Nachher- Vergleich zu ermöglichen.

Durch die Analyse einer repräsentativen Testanzahl mit Blick auf die gemachten Fehler der Studenten, wird ermittelt welche Bereiche eines Testats besondere Aufmerksamkeit benötigen. Anhand dieser Erkenntnisse kann eine Auswahl der Prüfkriterien erarbeitet und in einem automatischen Prüfprogramm umgesetzt werden.

2. Grundlagen

In diesem Kapitel werden Grundlagen zusammengefasst und verschiedene Begriffe beschrieben um auch Lesern ohne spezielles Vorwissen diese Bachelorarbeit nahebringen zu können.

2.1. CAD- Checktools

CAD- Checktools sind als eine Qualitätskontrolle¹ von CAD- Daten zu verstehen. Diese Programme ermöglichen es Unternehmen eigene oder auch von außen kommende CAD- Dateien auf deren Richtigkeit sowie auf allgemeine und firmeninterne Normen zu prüfen. Durch

¹ [17]

individuelle Einstellungen ist es möglich, CAD- Daten zu verschiedenen, vordefinierten Zeitpunkten nach gewünschten Kriterien zu prüfen und eine ausführliche Auswertung darzustellen.

2.2. PLM Systeme

PLM Systeme verbinden sämtliche Bereiche eines Produktlebenszyklus. Durch die Bereitstellung von PLM- Softwaresystemen von verschiedenen Herstellern sowie der Verbindung zum Internet, ist es Unternehmen möglich geworden, ihren gesamten Entwicklungs-, Produktions-, Logistik- und Vertriebsprozess sowie vieles mehr transparent über ein System zu steuern und zu analysieren. In der „Abbildung 2-1: PLM Bestandteile“ ist ersichtlich, dass PLM Systeme jegliche Bestandteile eines Unternehmens betrachten können. Auch die Einbindung der Daten von Zulieferern oder Kunden in die betriebseigenen Datenbanken ist je nach Bedarf, vollständig oder eingeschränkt, möglich und kann somit Kommunikationswege, Bestellprozesse und weitere Vorgänge beschleunigen und vereinfachen.

Durch die Verbindung verschiedener Unternehmen sowie Unternehmensbereiche auf der Basis eines PLM Systems, ist das Einpflegen eines CAD- Datenprüftools in großen Firmen unumgänglich um fehlerhafte oder defekte Datensätze, z.B. in durch Zulieferer erstellte CAD- Modelle, frühzeitig erkennen zu können. Ein Beispiel aus diesem Bereich ist in Kapitel „4. Anwendungsbeispiele von CAD- Kontrollen“ aufgeführt.

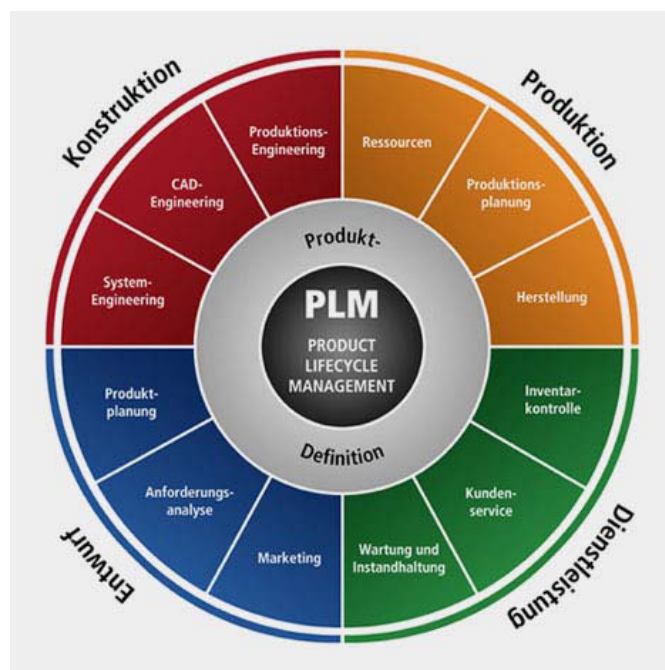


Abbildung 2-1: PLM Bestandteile²

² [1]

2.3. Industrie 4.0

Der Begriff „Industrie 4.0“ wird auch als „vierte Revolution der Industrie“ bezeichnet. Eine weitere Umschreibung hierfür ist „das Internet der Dinge“ welche durch die fortschreitende Vernetzung von Fabriken und dem Internet herrührt. Durch die Möglichkeit, jegliche Maschinen, Lagersysteme und Betriebsmittel über das Internet miteinander kommunizieren zu lassen, können Produktionsstätten immer effizienter und flexibler arbeiten und auf Probleme jeglicher Art umgehend reagieren.³

3. Marktübersicht

Durch die große Menge an verfügbaren CAD- Systemen und der ansteigenden Verbreitung, ist auch das Angebot an CAD-Checktools gestiegen.

Nachfolgend wird eine Auswahl von verfügbaren Checktools vorgestellt und auf ihre Kompatibilität mit dem von der HAW verwendeten CAD-System PTC Creo bewertet.

3.1. PTC ModelCHECK

Das Programm PTC ModelCHECK (MC) wurde Ende der 1980er Jahre von der Firma „RAND Worldwide“ auf den Markt eingeführt um Daten des CAD- Systems von Pro/ENGINEER zu prüfen. 1999 kaufte die Parametric Technology Corporation, heute PTC, alle Rechte an MC, welches zu diesem Zeitpunkt von rund 350 Kunden genutzt wurde. Seit der Übernahme des Programms MC durch PTC gab es keine signifikanten Änderungen oder Erweiterungen an diesem Produkt. Es wurden lediglich einige Prüfungen ergänzt, die Benutzeroberfläche wurde jedoch seit mehr als 20 Jahren nicht erweitert oder verbessert.⁴

MC wurde für die Prüfung von PTC Creo Daten konzipiert und ist nicht in der Lage Daten anderer CAD Programme zu prüfen. Der Aufbau von MC sowie die Nutzung dieses Programms wird in Kapitel „6.1 Aufbau von PTC ModelCHECK“ dargestellt und näher erörtert.

³ [5, p. 5]

⁴ [14, p. 9]

3.2. Q-Checker

Der Q-Checker ist ein für das CAD- Programm „Catia“ nutzbares Prüfprogramm welches von der Firma Transcat in Deutschland vertrieben und gepflegt wird. Ein großer Vorteil dieses Programms ist die grafische Bedienoberfläche. Hierbei muss nicht auf eine Initialisierung durch das Programmieren eines Quellcodes zurückgegriffen werden, sondern kann auch von einem weniger erfahrenen Bediener genutzt und eingestellt werden.

„Weitere Fähigkeiten des Q-Checker:

- geometrische Qualität, CAD-Standards und Methodik
- prüft mehr als 300 Kriterien und ist die nach kunden- und prozessspezifischen Anforderung eingestellt werden
- hat über 300 aktivierbare Prüfungen, je nach Kunden- und Prozessanforderung konfigurierbar
- ist sehr benutzerfreundlich, sodass Ingenieure und Designer ohne Schulung beginnen können, da fehlerhafte Bereiche im CAD- Modell hervorgehoben werden und leicht zu identifizieren sind
- ist nahtlos in CATIA V5 integriert
- ermöglicht die Absicherung, dass Modelle, von Lieferanten oder eigenen Abteilungen empfangen, den Folgeprozessen genügen
- sichert, basierend auf unternehmensinternen und generellen Standards, strukturelle sowie geometrische Qualität von CAD-Daten ab“⁵

3.3. Siemens NX Check- Mate

Das Tool „Check- Mate“ von Siemens ist ein Zusatzprogramm für das CAD- Programm „Siemens NX“ und in die Oberfläche des CAD Programms eingepflegt. Da das Programm an der HAW nicht zur Verfügung steht und eine Probeversion nicht ohne Weiteres erhältlich ist, wurde im Zuge dieser Bachelorarbeit auf der Hannover Messe 2016 durch Herrn Dipl.- Ing. Torsten Westphal von der Siemens Industry Software GmbH ein Einblick in Check- Mate ermöglicht.

Check- Mate ist ein Tool für die Überprüfung von Siemens NX CAD Daten und nicht mit CAD Dateien andere Programme kompatibel. Somit ist eine Prüfung an der HAW von PTC Creo Dateien nicht möglich.

⁵ [6]

Um mit Check- Mate arbeiten zu können, muss ein Prüfprofil erstellt werden. Dieses Profil ist eine individuell zusammengestellte Abfolge von Checks welche der Nutzer zusammenstellen kann. Nach der Fertigstellung des Profils kann dieses durch einfachste Bedienung, bei Siemens „Ein-Klick-Check“ genannt, auf gewünschte CAD- Dateien angewandt werden.

Check- Mate bietet eine große Menge von vordefinierten Checks, welche per Drag und Drop in ein Profil gezogen werden können. Die von Siemens zur Verfügung gestellten Checks decken nach eigener Aussage etwa 80%- 90% der gängigen Prüfungen ab und sind in übersichtliche Kategorien eingeteilt. Durch die Vielzahl von verschiedenen Ansprüchen an ein Checktool ist es möglich, ganz individuelle Checks zusammen zu stellen und somit auf die gewünschten Bereiche des Kunden anzupassen. Hierfür stellt Siemens diverse Templates zur Verfügung, die als Basis für die genaue Definition dienen. Nach vollendeter Definition des Templates ist auch dies wie ein fertiger Check zu betrachten und per Drag and Drop in ein Profil einfügbar „Abbildung 3-1: Aufbau von Checkprofilen“. Durch diesen Aufbau ist es dem Anwender möglich, einen auf seine Wünsche zugeschnittenen Profil zu erstellen und auf diverse Teile anwenden zu können.

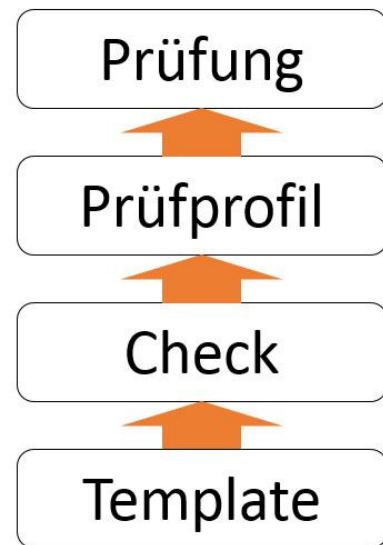


Abbildung 3-1: Aufbau von Checkprofilen

Gängige, vordefinierte Checks dienen der Prüfung der Bauteilkonsistenz wie Überschneidungen, offene Geometrien oder die Rechtschreibprüfung bei Zeichnungen. Des Weiteren befasst sich eine Gruppe von Checks mit der Herstellbarkeit des Bauteils. Hierbei wird beispielsweise geprüft ob eine Bohrung fertigungsgerecht konstruiert wurde. Bei diesem Check ist unter anderem definierbar, wie das Verhältnis der Bohrungslänge zum Bohrungsdurchmesser sein darf. Als Beispiel ist eine Bohrung mit dem Durchmesser von 2mm und einer Länge von 200mm nicht ohne weiteres fertigbar und somit nach Möglichkeit zu ändern. Auch zu fräsende Taschen mit sehr kleinen oder nicht vorhandenen Eckradien werden von Check-Mate automatisch erkannt und wie alle anderen Checks an dem Bauteil kenntlich gemacht „Abbildung 3-2: Siemens Check- Mate optische Ergebnisdarstellung“.

Bei der Definition eines jeden Checks ist es wählbar, welche Konsequenzen ein negatives Ergebnis mit sich bringen soll. Hier kann das Durchfallen des gesamten Checks, eine Warnung oder eine Info gewählt werden.

Durch das von Siemens angebotene PLM System „Teamcenter“ ist eine Verbindung von „Siemens NX“, „Check- Mate“ und „Teamcenter“ vorgesehen und einfach umsetzbar. Nach dem erfolgreichen erstellen des Profils ist es möglich genau zu definieren wann das Profil eine CAD- Datei checkt und welche Daten es auflisten soll. Hierdurch ist es möglich, vor jedem Abspeichern oder dem Hochladen der Datei in das PLM System einen Check automatisch durchführen zu lassen und somit zu verhindern, dass mangelhafte Daten in das PLM System und den weiteren Prozess gelangen. Ein automatischer Check vor dem Abspeichern oder Hochladen ist jedoch in der Praxis nicht tauglich, da hierdurch die Konstrukteure erst kurz vor der Projektabgabe eine Rückmeldung bekommen und somit in vermeidbare Zeitnot geraten können. Eine Prüfung zu frei wählbaren Zeitpunkten wird von den meisten „Siemens Check- Mate“ Anwendern gewählt und hat sich in der Praxis als sinnvoller erwiesen.⁶ Sollte das Checkergebnis negativ ausfallen, ist ein Hochladen der Datei nicht möglich oder das Programm wirft eine Warnung aus und die Konstruktion muss verbessert werden. Im „Teamcenter“ angekommen ist es möglich, diverse Statistiken und Diagramme einzusehen und weiter zu verarbeiten. Sollten diverse Konstrukteure bei dem gleichen Check durchfallen, kann das Problem schnell lokalisiert und ggf. durch gezielte Schulungen in diesem Bereich verringert werden.

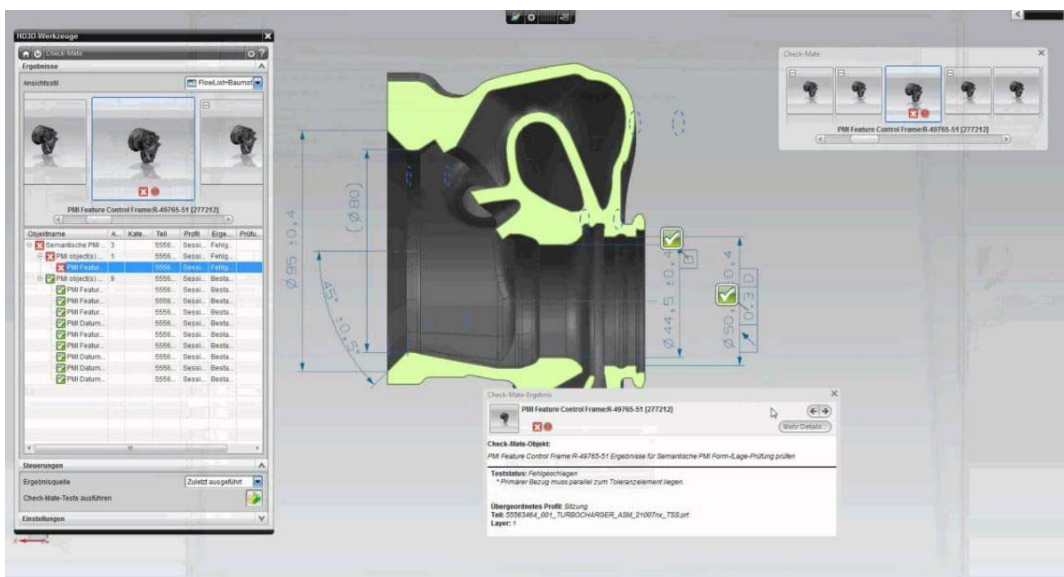


Abbildung 3-2: Siemens Check- Mate optische Ergebnisdarstellung⁷

⁶ [7]

⁷ [4]

3.4. Solidworks Design Checker

Der „Design Checker“ von Solidworks ist ein in die Oberfläche von Solidworks eingebettetes Werkzeug, das die Prüfung von CAD Konstruktionen in Solidworks ermöglicht.

Hierfür bietet der „Design Checker“ eine Vielzahl von vorgefertigten Prüfungen sowie die Möglichkeit diese Individuell zu erstellen bzw. zu verändern. Durch eine übersichtliche Oberfläche gestaltet sich die Nutzung des „Design Checkers“ auch für den ungeübten Konstrukteur relativ einfach und führt nach kurzer Einarbeitungszeit zu schnellen Erfolgen.

Durch die intuitive Bedienung ist die Zusammenstellung der gewünschten Prüfungen sehr einfach. Es werden die benötigten, vordefinierten Prüfungen aus einer Liste zu dem Prüfprofil hinzugefügt und können zum Teil durch die Eingabe von Sollwerten präzisiert werden. Hierzu gehören Einstellung wie Schriftgröße und Art einer Zeichnung, die Linienstärken sowie Pfeilformen. Durch das Abspeichern des erstellten Prüfprofils ist dies nun auf alle Solidworks Dateien anwendbar. Des Weiteren ist der Design Checker in der Lage, fehlerhafte Konstruktionen zu erkennen. Wie in „Abbildung 3-3: Prüfbericht von Solidworks Design Checker“ dargestellt, zeigt der „Design Checker“ Lösungsvorschläge sowie die Position der Fehler am Bauteil auf. Nach Freigabe des Nutzers behebt der „Design Checker“ diese Fehler teilweise selbstständig. Durch diese Funktionen und das einfache Funktionsprinzip stellt der „Design Checker“ eine schnelle und einfache Überwachungsmethode der CAD Daten für Solidworks Anwender dar.

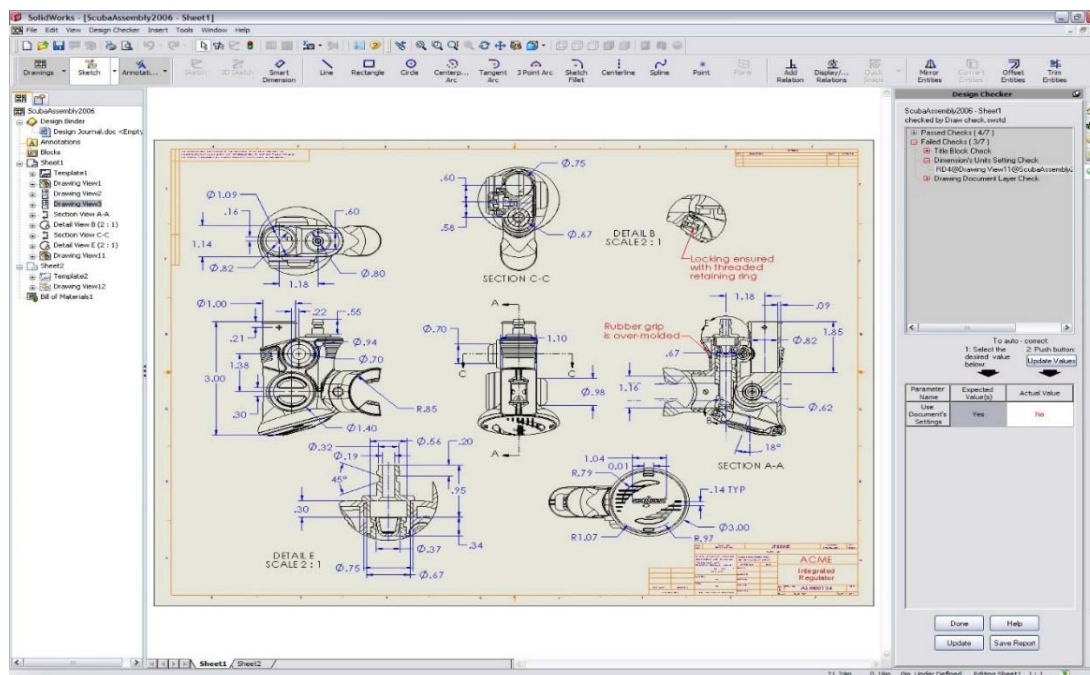


Abbildung 3-3: Prüfbericht von Solidworks Design Checker⁸

⁸ [15]

3.5. Fazit der Marktübersicht

Die Recherche hat ergeben, dass diverse Prüfprogramme auf dem Markt erhältlich sind. Diese werden jedoch zum Großteil von Herstellern entwickelt um ihre eigenen CAD- Programme zu erweitern. Hierdurch hat eine herstellerübergreifende Kompatibilität von CAD- und Prüfprogramm keine hohe Priorität. Es kann jedoch dem Kunden als Entscheidungshilfe bei der Wahl des genutzten CAD- Systems dienen oder im Falle eines Zulieferers zur Bindung an ein CAD-System führen. Dies ist besonders bei Zulieferern großer Konzerne der Fall, da hier definierte Vorgaben bei der Abgabe von CAD-Daten einzuhalten sind.

Ein Vergleich der Prüfprogramme in *“Abbildung 3-4: CAD- Prüfprogrammvergleich“* führt zu dem Schluss, dass PTC MC nicht mit den Programmen anderer Hersteller konkurrieren kann. Die Bewertung der Programme erfolgte mit einer fünfstufigen Bewertung welche von „ - -“, bis „++“ reicht. Hierbei entspricht „- -“ dem schlechtesten Wert. „++“ hingegen ist die Bestnote. Das Kriterium der Kompatibilität mit PTC Creo führt bei einer negativen Bewertung zum Ausscheiden des Prüfprogramms in der weiteren Auswahl.

	PTC Model-CHECK	Transcat Q-Checker	Solidworks Design Checker	Siemens Check Mate
Guter Support durch den Hersteller	-	+	+	++
Viele Anleitungen und Literatur	0	+	0	+
Stetige Weiterentwicklung durch den Hersteller zu erwarten	-	+	++	++
Intuitive Handhabung	-	+	+	+
Große Onlinecommunity	-	++	+	+
Einfache Erstellung von Prüfprofilen	0	+	++	++
Einfache Nutzung der Prüfprofile	+	+	+	++
Kompatibel mit PTC Creo	++	--	--	--
Einfache Erstellung eigener Prüfungen	--	0	+	+

Abbildung 3-4: CAD- Prüfprogrammvergleich

PTC MC bietet trotz des schlechten Abschneidens in dem Vergleich, bedingt durch die mangelnde Pflege des Programms als auch durch den Aufbau sowie der Komplexität der Initialisierung, einen signifikanten Vorteil. Es ist uneingeschränkt mit PTC Creo kompatibel und bereits an der HAW verfügbar. Das Argument der Kompatibilität mit PTC Creo lässt die im Vergleich besser dastehenden Programme ausscheiden und führt dazu, dass nur PTC Creo für die Fakultät Maschinenbau und Produktion (MuP) der HAW in Frage kommt und für die Automatisierung eingesetzt wird. Eine Festlegung auf PTC MC wurde somit schon bei der Wahl des CAD- Systems getroffen und ist im nach hinein nicht ohne Weiteres frei änderbar.

4. Anwendungsbeispiele von CAD- Kontrollen in der Industrie

Durch die stetig steigende Verbreitung und Verwendung von unterschiedlichen CAD- Systemen in der Industrie steigt die Gefahr, dass innerhalb eines Unternehmens oder firmenübergreifend Fehler und Inkompatibilitäten entstehen. Auch das Erstellen und Verändern einer Datei, mit dem gleichen CAD-System, durch verschiedene Konstrukteure kann bei der nicht Einhaltung von Konstruktionsstandards Komplikationen mit sich bringen. Um Probleme dieser Art vermeiden oder komplett unterbinden zu können, sind definierte Konstruktionsstandards unabdingbar. Aufgrund der teilweise sehr hohen Komplexität von Bauteilen, stellen CAD Prüftools eine erhebliche Erleichterung für die Unternehmen dar. Folgend werden einige Beispiele der industriellen Nutzung von CAD- Prüfungen und deren Umsetzung in der Industrie dargestellt.

4.1. Carl Zeiss AG

Die Carl Zeiss AG ist ein weltweit aufgestelltes Unternehmen im Bereich der feinmechanisch- optischen Industrie.

Bedingt durch die Größe des Unternehmens als auch der Anzahl der Zulieferer sind Vorgaben für die Erstellung von Modellen und Zeichnungen nötig.

Die Carl Zeiss AG nutzt das CAD-System PTC Creo Parametric 2.0 und stellt definierte Anforderungen an seine Mitarbeiter und Zulieferer in Bezug auf die Modell- und Zeichnungserstellung.

Hierzu gehören unter anderem folgende Vorgaben:⁹

- Es dürfen lediglich Carl Zeiss Startmodelle genutzt werden
- Es dürfen lediglich Normteile aus dem Carl Zeiss Normteilkatalog verwendet werden
- Skizzen sollen so einfach wie möglich gehalten werden und wenige Elemente enthalten
- Keine ausgeblendeten Komponenten
- Keine selbstdefinierten Linienarten, Schraffuren, Fonts und Folien verwenden
- Verwendung von Zeiss Zeichnungsrahmen

Die Carl Zeiss AG unterzieht jede zugeliesserte Datei einer Eingangsprüfung welche mit PTC MC erfolgt. Die MC Konfigurationsdateien werden frei zugänglich zur Verfügung gestellt, um möglichen Zulieferern vorab eine Prüfung und daraus resultierende Korrekturen der Dateien zu ermöglichen.¹⁰ Durch die Definition der zu verwendenden Techniken und Dateien ist eine, vom Konstrukteur unabhängige, gleiche Systematik realisierbar und beugt somit Verständnis- und Kompatibilitätsproblemen vor.

4.2. ZF Friedrichshafen AG

Die ZF Friedrichshafen AG ist einer der weltweit führenden Automobilzulieferer und hauptsächlich in der Antriebs- und Fahrwerkstechnik tätig. Mit 230 Standorten in rund 40 Ländern sowie ca. 138.300 Mitarbeitern weltweit ist die ZF Friedrichshafen AG einer der größten Automobilzulieferer Weltweit.¹¹ Durch die Größe des Konzerns, sowie der Komplexität der Produkte greift die ZF Friedrichshafen AG auf PTC MC zurück um die Qualität von erstellten und zugeliesserten CAD- Daten zu gewährleisten.

In einem Interview mit Herrn Dr.-Ing. Alexander Tenbusch¹² wurden die Prüfungsmechanismen der ZF Friedrichshafen AG sowie die Verwendung der Prüfungsergebnisse vorgestellt. Aufgrund der begrenzten Möglichkeiten von PTC MC beschäftigt die ZF Friedrichshafen AG eine Vielzahl von Mitarbeitern und entwickelt seit mehr als 10 Jahren eigene Prüfprogramme auf der Basis von PTC MC. Hierbei stellt MC lediglich die Schnittstelle zwischen Prüfprogrammen und PTC Creo Parametric dar, der Großteil des Prüfungsprozesses basiert auf Eigenentwicklungen. Dies geschieht durch die Erstellung eigener Programme unter Berück-

⁹ [2, p. 2]

¹⁰ [8]

¹¹ [12]

¹² [10]

sichtigung der firmeninternen Anforderungen. Durch die Hinzunahme von PTC MC, Programm-erweiterungen von Software Zulieferern wie z.B. der Software Factory GmbH sowie den Eigenentwicklungen ist ein Zusammenspiel verschiedener Programme entstanden. Hierfür wurden vorerst weitere Prüfungen in PTC MC hinzugefügt um eine größtmögliche Zahl von Informationen aus dem Modell zu erhalten. Die auf dieser Basis entstandenen Prüfberichte werden anschließend durch eigens entwickelte Programme ausgelesen und mit Sollwerten aus erstellten Datenbanken abgeglichen. Eine hieran angeschlossene Oberfläche stellt die erkannten Fehler dar und bietet die Möglichkeit verschiedene Fehler automatisch reparieren zu lassen. Eine Steuerung der Prüfprofile geschieht durch eine Systematik der zu nutzenden PTC Creo- Dateinamen und orientiert sich an der Komplexität des Bauteils als auch an der gewünschten Prüfgenauigkeit. Bei der Erstellung der Prüfungen wurde sich an firmeninternen Richtlinien orientiert und werden kontinuierlich verbessert. Die Prüfung der Dateien erfolgt bei dem Einchecken der Datei in das PLM-System oder zu einem frei wählbaren Zeitpunkt auf Wunsch des Konstrukteurs. Hierbei werden die Prüfberichte automatisch mitgespeichert um eine schnelle Einsicht der Ergebnisse durch Dritte zu ermöglichen ohne die PTC Creo Datei oder die Zeichnung öffnen zu müssen.

4.3. Anforderungsunterschiede der Industrie und der HAW Hamburg

In den vorangegangenen Unterkapiteln wird ersichtlich, dass Unternehmen die Möglichkeiten von CAD- Prüfprogrammen dafür nutzen, Ihre Daten auf firmeninterne Standards und auch auf allgemeingültige Konstruktionsstandards hin zu prüfen. Hierfür sind Programme wie PTC MC bis zu einer gewissen Komplexität und Prüfungstiefe gut geeignet und liefern eine ausreichende Auswahl an nutzbaren Prüfungen. Eine Prüfung von exakten Maßen sowie anderer bauteilspezifischer Eigenschaften wird von der Industrie nicht benötigt und findet aufgrund dessen bisher keinen Einzug in die wählbaren MC Prüfungen.

Die erarbeiteten Prüfkriterien an der HAW Hamburg haben gezeigt, dass das Hauptziel des Prüfprogramms die Prüfung von grundlegenden Konstruktionsbausteinen ist. Diese kommen jedoch in den Industriellen Anforderungen nicht vor. Des Weiteren werden an der HAW Hamburg Prüfprogramme für ein definiertes Bauteil erstellt, die Indust-

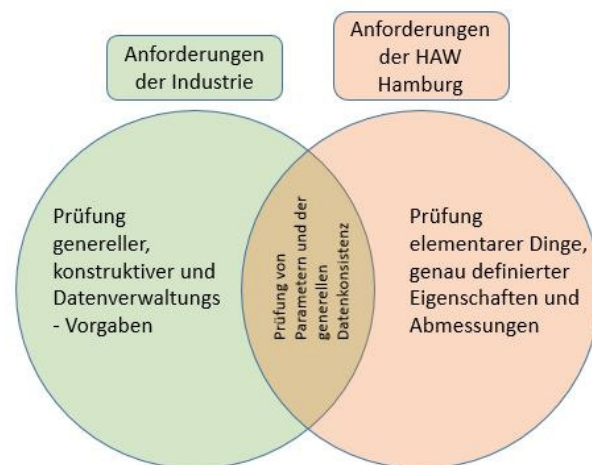


Abbildung 4-1: Überschneidungen der Anforderungen

rie hingegeben erstellt Richtlinien und Prüfprogramme für teilweise grundlegend verschiedene Bauteile, wodurch eine zu hohe Einengung der Prüfkriterien nicht erwünscht bzw. zielführend ist. Somit entsteht eine geringe Überschneidung der Anforderungen „Abbildung 4-1: Überschneidungen der Anforderungen“ zwischen der Industrie und der HAW Hamburg.

Einen weiteren wichtigen Nutzungsbereich in der Industrie stellt die Prüfung von Dateien nach einer Konvertierung dar. Viele Zulieferer nutzen eine andere CAD- Software oder eine andere Version desselben Programms als der Auftraggeber. Durch die Konvertierung, als auch durch die Versionsunterschiede können sich Fehler in die Konstruktionen einschleichen. Hierzu gehören unter anderem Toleranz- und Genauigkeits-Angaben sowie das Vorhandensein von leeren Folien oder anderen Unstimmigkeiten. Durch die Eingangsprüfung der CAD- Daten können diese Fehler zu einem hohen Anteil gefunden und repariert werden. Eine solche Anforderung ist an der HAW nicht gegeben und stellt einen weiteren Unterschied zu den Industriellen Anforderungen dar.

5. Ist- Zustand an der HAW

Nach der Einführung des CAD-Systems „Creo Parametric“ des Herstellers „PTC“ an der Fakultät MuP im Jahre 2015, werden alle Lehrveranstaltungen im Bereich CAD an Programmen dieses Herstellers gelehrt.

Einen großen Anteil des Grundstudiums nimmt die Laborveranstaltung CAD sowie die Korrektur Ihrer Testate ein.

5.1. Aktuelles Prüfverfahren

Aktuell werden alle Testate, welche mit einem CAD- Programm erstellt werden händisch korrigiert. Hierzu werden die Zeichnungsableitungen der Studenten automatisch nach der Abgabe ausgedruckt und liegen für den Prüfer bereit. Mögliche Fehler werden händisch auf der Zeichnung vermerkt und benotet.

Zu Beginn der Prüfung sind die persönlichen Angaben, das Projektionssymbol, die Angabe des Maßstabs sowie der allgemein geltenden Normen der Zeichnung zu prüfen. Durch die hohe Fehlerhäufigkeit in diesem Bereich kommt es hier in vielen Fällen zu Zuordnungsproblemen der Zeichnung.

5.2. Testatanalyse

In Laboren wurde bisher nicht auf die Reihenfolge der Modellierung geachtet, sondern auf das Gesamtbild des abgegebenen Endergebnisses. Dies ist zum einen durch den hohen Korrekturaufwand, als auch damit, dass dies in den vergangenen Semestern keine große Bedeutung in den Vorlesungen fand, bedingt.

Durch die Umstellung mehrerer Vorlesungsinhalte und der Einführung von MC wird diesem Gebiet nun eine größere Beachtung geschenkt. Aufgrund der Korrekturautomatisierung ist es nun möglich die Reihenfolge der Modellierung sowie die richtige Verwendung von Features zu prüfen.

Bedingt durch die Komplexität der automatischen Prüfung sowie der begrenzten Zeit einer Bachelorthesis, ist eine Eingrenzung des zu automatisierenden Umfangs nötig. Bedingt hierdurch ist in Zusammenarbeit mit den Professoren evaluiert worden, welche Labore und welche Testatinhalte automatisch geprüft werden sollen. Durch Hinzunahme der Testatauswertung aus Kapitel „5.2. Testatanalyse“ wurde das Hauptaugenmerk dieser Bachelorarbeit auf vier Testate gelegt.

Ein systematisches Vorgehen bei der Konstruktion, durch die Aufteilung von Sketches sowie der sinnvollen Wahl von Features, sind gerade bei komplexeren Bauteilen, welche ggf. zu einem späteren Zeitpunkt abgeändert werden sollen, von elementarer Wichtigkeit. Durch das Vermeiden von vielen verschiedenen Konturen und Geometrien in einem Sketch sind Abhängigkeiten im Nachhinein leichter erkennbar und bei einer Änderung zu berücksichtigen.

Um zu ermitteln, welche Fehler besonders häufig gemacht werden, werden die Testate des laufenden Semesters analysiert und ausgewertet. Somit entsteht ein Überblick welche Fehler häufig auftreten und bei der Umsetzung des Prüfprogramms besondere Aufmerksamkeit benötigen.

5.2.1. Testat 1

Im ersten Labor des Moduls CAD wird ein einfacher Volumenkörper konstruiert und die dazu gehörige Zeichnung erstellt. „Abbildung 5-1: Spannplatte“

Das Hauptziel dieses Labors liegt auf der richtigen Vorgehensweise bei dem Konstruieren des Modells mit Features an den richtigen Stellen sowie der Aufteilung von Sketches. Des Weiteren dient es dazu, dass die Studenten mit dem Programm PTC Creo in Kontakt kommen und die Art und Weise des CAD Konstruierens am Computer kennen lernen. Hierdurch ist für das Bestehen des Testats ein rundum perfektes Ergebnis nicht erforderlich.

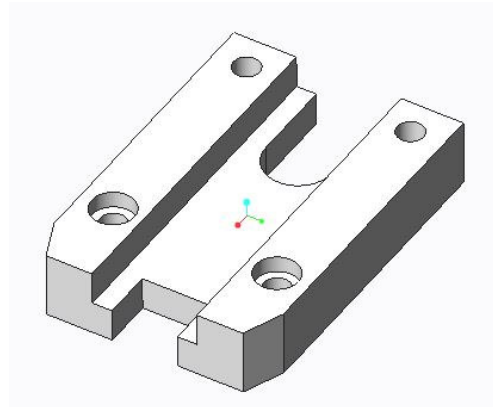


Abbildung 5-1: Spannplatte

Um MC effizient einsetzen zu können ist eine Analyse der gängigen Fehler von Nöten. Bei der Begleitung der Testatkorrektur von Herrn Prof. Dr.-Ing. Schelberg am 20.04.2016 wurden folgende Zahlen ermittelt. (Tabelle 10-1: Testat 1 Auswertung)

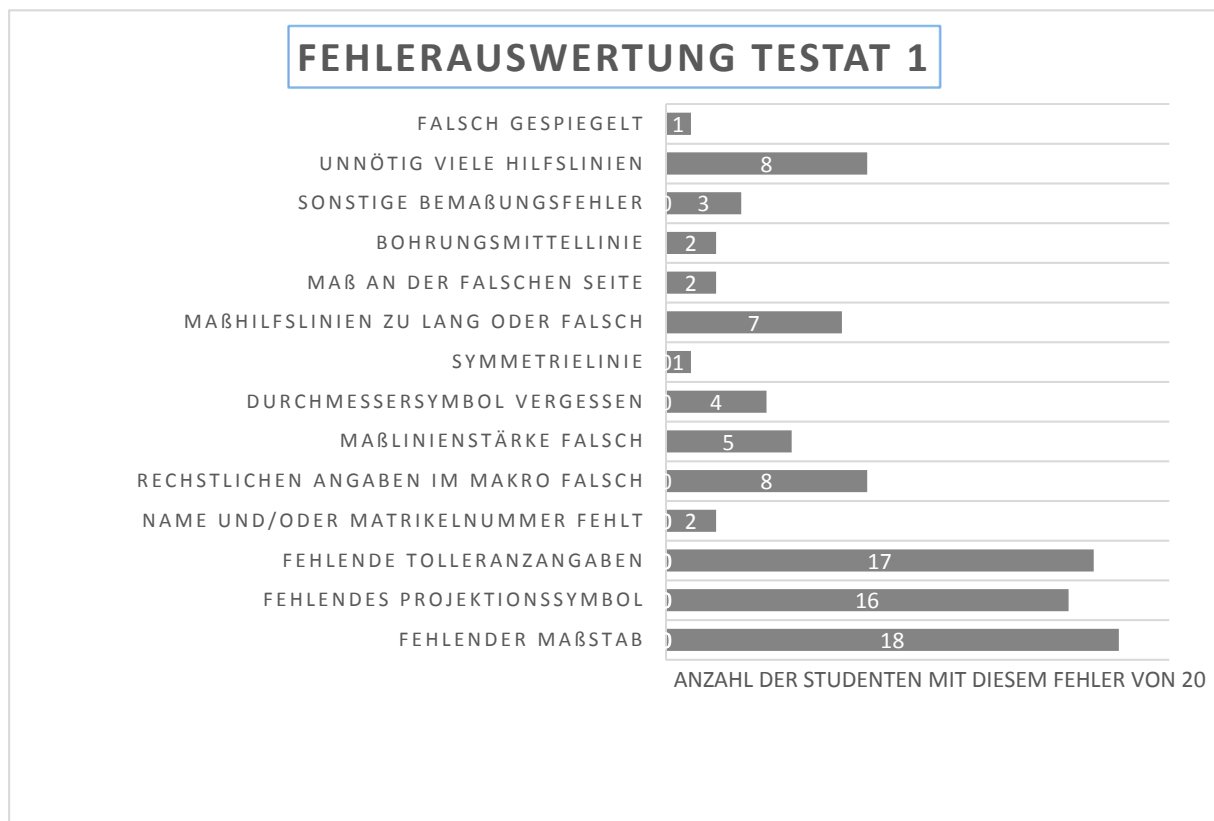


Abbildung 5-2: Fehlerauswertung Testat 1

Durch die Auswertung der ermittelten Werte in „Abbildung 5-2“ wird ersichtlich, dass 80% - 90% der Studenten ein nicht vollständiges oder fehlerhaftes Schriftfeld auf den Zeichnungen abgegeben haben. Bedingt durch dieses Problem war in 10% der Fälle nicht ermittelbar, welcher Student diese Datei abgegeben hat und eine Benotung somit nicht möglich.

Des Weiteren muss bei der Auslegung des MC- Programms besonders auf die Anordnung, Art, Dicke und Position der Maß- Hilfslinien und der Bemaßung im Ganzen gelegt werden. Hierzu gehören z.B. Sonderzeichen für einen Durchmesser und der Abstand der Bemaßung vom Bauteil. Eine Unter- oder Überbemaßung war in keinem Fall vorhanden.

Generelle Probleme oder Unstimmigkeiten an dem Solid konnten nicht festgestellt werden.

5.2.2. Testat 2

Das zweite Labor bringt das Konstruieren von rotationssymmetrischen Bauteilen den Studenten näher. „Abbildung 5-3: Welle“ Durch das Konstruieren einer Welle mit einer Passfedernut, einem Gewinde, einer Bohrung sowie weiteren Außengeometrien, wird die Umsetzung verschiedener grundlegender Konstruktionselemente geprüft und von den Studenten verinnerlicht. Die aus dem Solid abgeleitete Zeichnung beinhaltet einen Schnitt, um die durch die Welle verlaufende Bohrung sichtbar zu machen und dieses Vorgehen in PTC Creo zu üben.

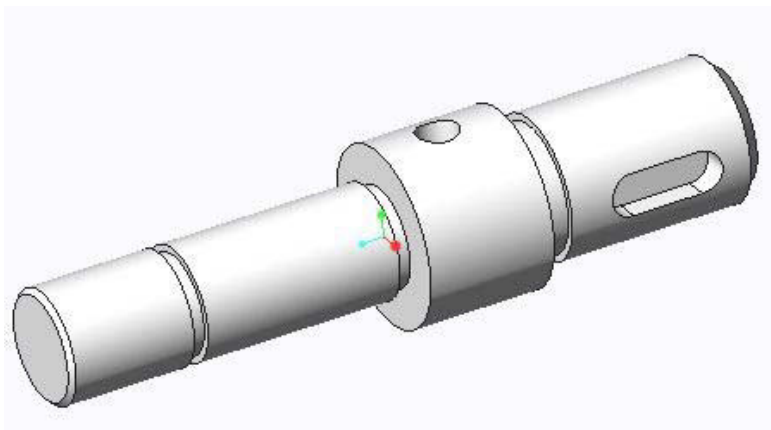


Abbildung 5-3: Welle

Wie bei dem Testat 1 wurde auch die Korrektur des zweiten Testats am 11.05.2016 begleitet und die Fehler tabellarisch festgehalten. „Tabelle 10-2: Testat 2 Auswertung“

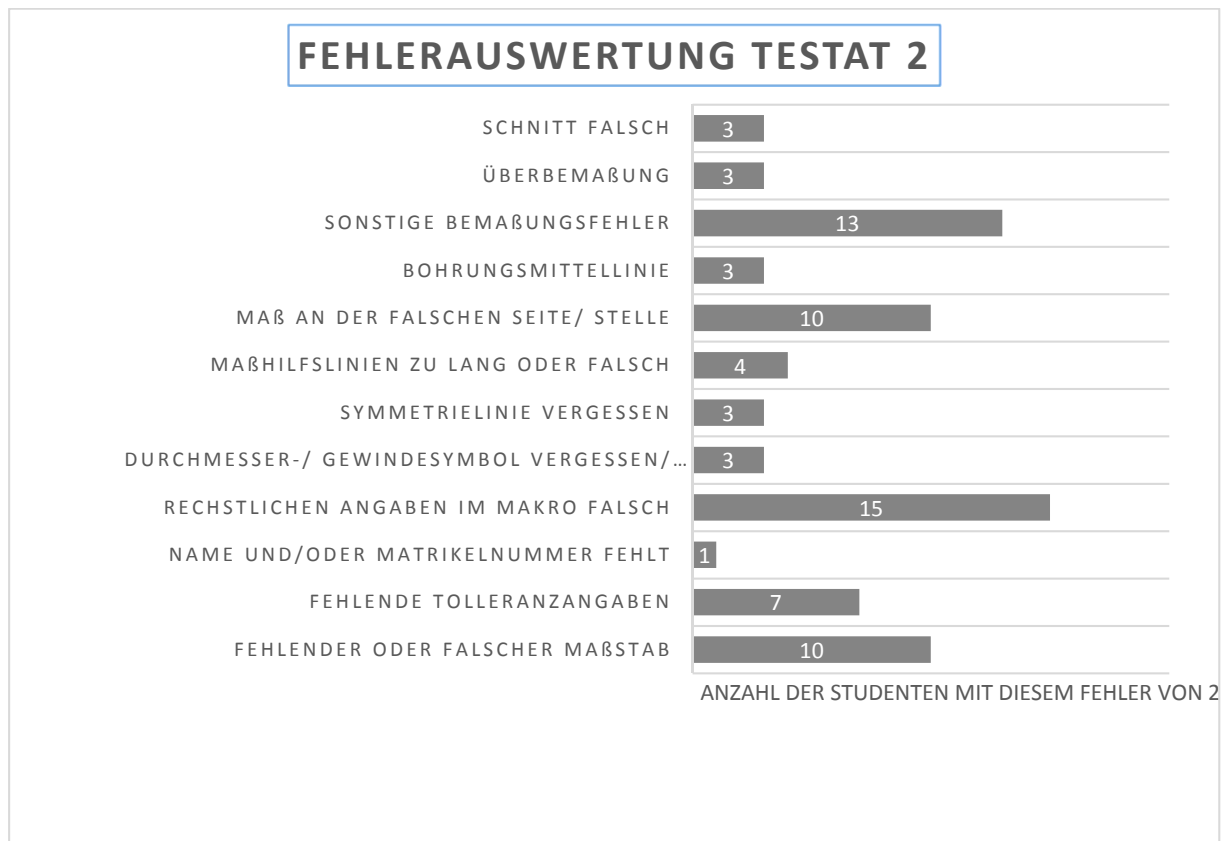


Abbildung 5-4: Fehlerauswertung Testat 2

Durch die grafische Darstellung der gängigen Fehler „Abbildung 5-4: Fehlerauswertung Testat 2“ ist zu erkennen, dass viele Studierenden die gleichen Fehler wie beim ersten Testat gemacht haben. Es ist jedoch auch eine positive Entwicklung in anderen Bereichen zu erkennen.

Eine deutliche Verbesserung ist bei dem Ausfüllen des Textfeldes zu beobachten. Auch Toleranzen und Maßstabsangaben wurden deutlich häufiger von Studenten richtig vermerkt. Durch die Auswertung wird jedoch deutlich, dass auch nach dem ersten Labor die Prüfung von elementaren Dingen wie dem Textfeld, der Bemaßungsposition und der Schriftstärke von großer Bedeutung ist.

5.2.3. Testat 3

Aufgrund organisatorischer Umstände war die Korrekturbegleitung des dritten und vierten Testats nicht möglich. Hierdurch bedingt, ist eine Erstellung der Prüfprofile anhand der gewonnen Erkenntnisse aus den ersten beiden Testaten nötig. Durch die Erkenntnisse der ersten beiden Testate wird ersichtlich, dass die Fehler der Studenten rückläufig sind, jedoch weiterhin einer genauen Prüfung bedürfen.

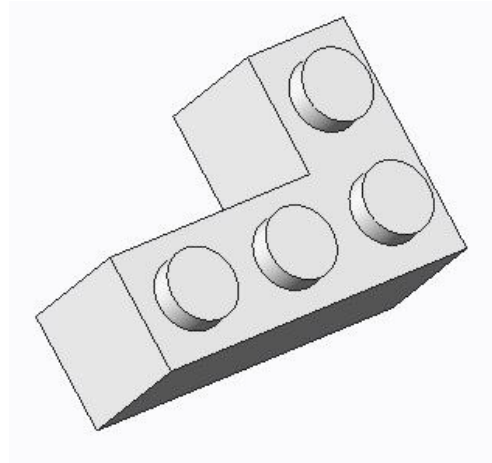


Abbildung 5-5: Legostein

Die Herausforderung dieses Testats liegt in dem parametrischen Aufbau eines Legosteines, „Abbildung 5-5: Legostein“ wobei die Länge der Schenkel in Abhängigkeit der persönlichen Matrikelnummer zu modellieren sind. MC bietet keine Möglichkeit die Parametrik eines Bauteils zu prüfen oder Parameter mit verschiedenen Sollwerten auf Kollisionen oder Unstimmigkeiten hin zu prüfen. Hierdurch ist lediglich die Verwendung gängiger Prüfungen der personenspezifischen Werte sowie allgemeiner Konstruktionsprüfungen möglich.

5.2.4. Testat 4

Die in diesem Testat erstellte Baugruppe besteht aus vier Bauteilen. Hierzu gehören zwei modellierte Solids sowie zwei Schrauben, welche aus dem Normteilkatalog eingefügt werden. Durch die Erzeugung zweier Bauteile sowie einer Baugruppe, erfordert die Prüfung des Testats drei Prüfprofile. Eins für die Baugruppe sowie jeweils eins für die erstellten Bauteile.

Bei der Erstellung der Baugruppe werden zwei Bauteile erzeugt und in der Baugruppe zusammengefügt. Durch das Hinzufügen einer Schraubenverbindung in der Baugruppe, werden erst in diesem Konstruktionsschritt die Bohrungen sowie die Gewinde in die Seitenplatte eingefügt.

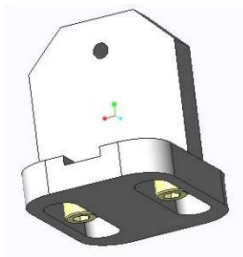


Abbildung 5-8: Baugruppe
des vierten Testats

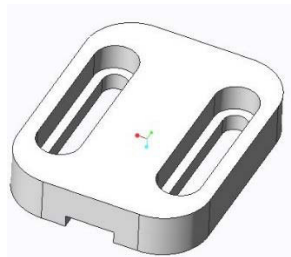


Abbildung 5-6: Grundplatte

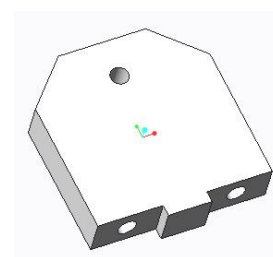


Abbildung 5-7: Seitenplatte

5.2.5. Fazit der Testatanalyse

Die Analyse der Testate offenbart die gängigen Fehler der Studenten und ermöglicht die Erstellung der Anforderungen, die an den geplanten automatisierten Prüfprozess gestellt werden. Durch die Häufigkeit der Fehl- oder Nichteingabe der personenbezogenen Daten sowie der daraus resultierenden Problematik der Testatzuordnung erhält die Prüfung der personenbezogenen Daten eine hohe Priorität. Durch den Ausschluss dieses Fehlers ist eine zweifelsfreie Zuordnung des Testats möglich. Die automatische Prüfung von Zeichnungselementen kann zu einer erheblichen Erleichterung der Testatkorrektur führen. Die Möglichkeit der Umsetzung einer solchen Prüfung wird in den folgenden Kapiteln ermittelt und bestmöglich umgesetzt.

5.3. Optimierungspotenzial durch die Automatisierung der CAD- Kontrolle

Durch die Ermittlung der Studienanfängerzahl ist eine Errechnung des momentanen Korrekturaufwandes möglich. Nach Aussage von Herrn Prof. Dr.-Ing. Schelberg dauert die Korrektur eines Testates vier Minuten. Hierzu gehören alle Arbeitsschritte wie Einsicht und Abgleich der personenbezogenen Daten, die Ermittlung der Fehler sowie deren Kenntlichmachung als auch die Benotung und die Eintragung der Ergebnisse. Die Optimierung der benötigten Zeit bietet ein großes Potential für die Einsparung von Arbeitszeit und der daraus resultierenden Lohnkosten an der HAW. Durch die Hochrechnung der benötigten Korrekturzeit „Tabelle 5-1: Korrekturaufwand der Testate“ des CAD Labors des ersten Semesters, ist ersichtlich, dass während eines Sommersemesters ca. 73 Stunden Arbeitszeit für die Korrektur von Nöten sind. Dies entspricht etwa zehn Arbeitstagen.

Semesterbeginn	Studienanfängerzahl	Testate pro Semester des CAD Labors	Korrekturaufwand pro Testat in Minuten	Gesamtkorrekturaufwand pro Testat in Minuten	Korrekturaufwand pro Semester in Minuten	Korrekturaufwand pro Semester in Stunden
WS 14/15	271	4	4	1084	4336	72,27
SoSe 2015	181	4	4	724	2896	48,27
WS 15/16	283	4	4	1132	4528	75,47

Tabelle 5-1: Korrekturaufwand der Testate

Durch die gesamte oder teilweise Automatisierung dieses Prozesses kann dieser zeitliche Aufwand verringert oder sogar vermieden werden. Der Grad der erreichbaren Automatisierung als auch die zu erwartende Zeitersparnis ist in Kapitel „7. Überprüfen und nutzen der Prüfprofile“ zu finden.

6. Umsetzung in PTC ModelCHECK

Um MC in vollem Umfang nutzen zu können, sind je nach verwendetem Betriebssystem einige Voreinstellungen erforderlich, auf welche hier eingegangen wird.

Bedingt durch den Installationspfad, welcher bei der Installation von PTC Creo und somit auch MC vorgeschlagen wird, kann es zu Komplikationen bei der Verwendung von PTC MC kommen. Aufgrund der von Microsoft Windows zur Verfügung gestellten Zugriffs- und Schreibrechte ist ein Zugriff auf die MC-Konfigurationsdateien nicht, oder nur eingeschränkt möglich. Um dieses Problem in vollem Umfang zu vermeiden ist eine Installation des Programms im Stammverzeichnis der lokalen Festplatte empfehlenswert.

Sollte das Programm bereits installiert sein und eine Neuinstallation nicht ohne weiteres möglich sein, ist eine manuelle Veränderung der Datei „*config.pro*“ nötig. Diese ist je nach gewähltem Installationsverzeichnis unter folgendem Pfad zu finden: *C:\.....\PTC\Creo 3.0\M030\Common Files\text*

Eine Veränderung der Befehlszeile „*modelcheck_dir*“ weist PTC Creo die zu verwendenden MC- Dateien zu, welche hierdurch in einen nicht schreibgeschützten Ordner gespeichert und somit verändert werden können. Weitere Informationen hierzu sind in Kapitel „*6.1.1. Config.pro Datei*“ zu finden.

6.1 Aufbau von PTC ModelCHECK

PTC MC ist ein in PTC Creo integriertes Tool welches zur individuellen Prüfung von PTC Creo Dateien konfiguriert werden kann.

Folgend werden der programminterne Prüfablauf sowie die zu konfigurierenden Dateien erörtert und die im Zuge dieser Bachelorarbeit durchgeführten Veränderungen dargestellt.

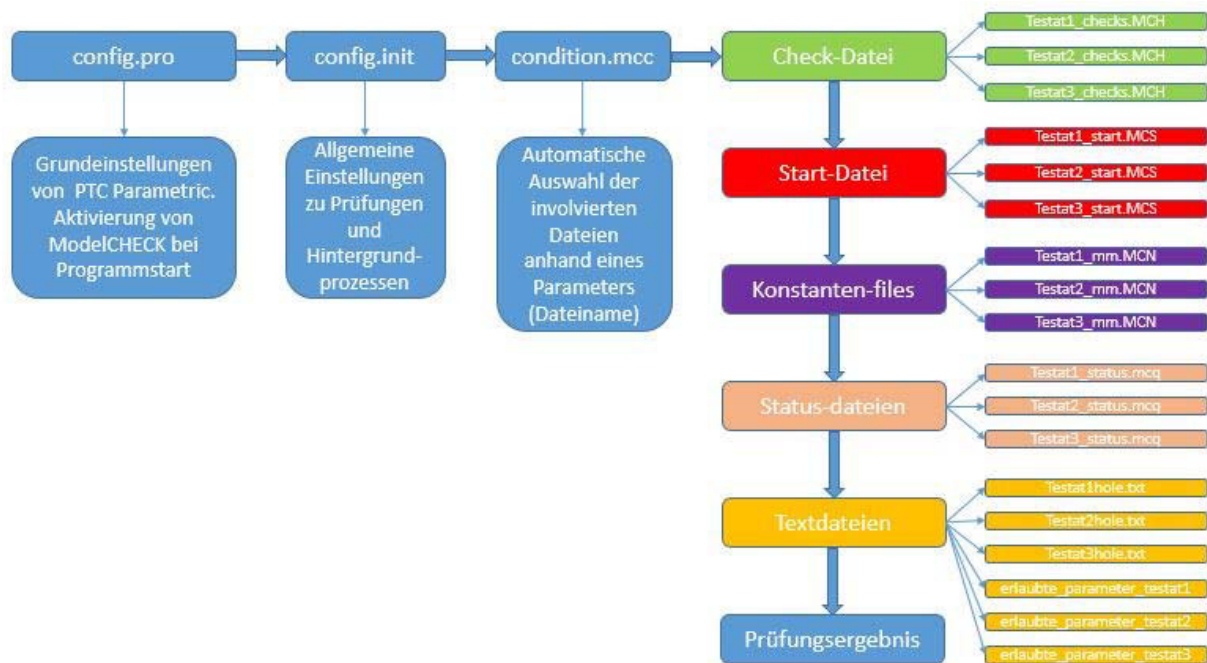


Abbildung 6-1: Aufbau von PTC ModelCHECK

Wie in „Abbildung 6-1: Aufbau von PTC ModelCHECK“ dargestellt, gehören zu der Verwendung von PTC MC eine Vielzahl von Dateien die den Programmablauf an verschiedenen Stellen beeinflussen und steuern. Diese Dateien werden, unabhängig von der zu prüfenden Datei, in gleicher Reihenfolge eingelesen und die hieraus erhaltenen Werte verarbeitet.

Bedingt durch die verschiedenen Testaufgaben und den daraus resultierenden Prüfungsprofilen ist es notwendig die Checks zu individualisieren und anhand von Parametern der zu prüfenden Dateien zu steuern.

6.1.1. Config.pro Datei

Vor der Arbeit mit PTC MC muss in PTC Creo definiert werden, dass bei jedem Programmstart PTC MC gestartet wird und in welchem Unterverzeichnis sich die zu verwendenden Dateien befinden. Eine Anpassung dieser Datei ist unter „Datei-> Optionen-> Konfigurationseditor“ möglich und speicherbar. Des Weiteren ist hier eine Einsicht des Dateiinhalts sowie der eingestellten Parameter möglich „Abbildung 6-2: Inhalt der config.pro Datei“. Da die Datei config.pro nur bei dem Start von PTC MC ausgelesen wird, ist ein Neustart des Programms nach jeder Änderung obligatorisch.

```

modelcheck_dir          C:\PTC\Creo 3.0\M03...
modelcheck_enabled      yes *
  
```

Legt den Pfad zu den ModelCHECK Konfigurationsdateien fest.
ModelCHECK aktivieren.

Abbildung 6-2: Inhalt der config.pro Datei

6.1.2. Config_init.MC Datei

Sofern PTC MC eingeschaltet wurde, ist eine Definition allgemeiner Einstellung nötig. In dieser Datei wird der Speicherpfad des Prüfberichts abgelegt. Des Weiteren wird in dieser Datei die Berichtsanzeige in PTC Creo aktiviert.

6.1.3. Condition.mcc Datei

Die parameterabhängige Steuerung, welche die automatische Auswahl der Prüfprotokolle ausführt, ist in dieser Datei anzupassen. Durch die vielen verschiedenen Nutzer an der HAW Hamburg ist eine Steuerung anhand der Nutzerdaten nicht ohne weiteres möglich und somit nicht umsetzbar. Durch die von PTC MC zur Verfügung gestellten Auswahlmöglichkeiten, ist eine Auswahl anhand des Dateinamens die optimale Wahl um nutzerunabhängig das nötige Prüfprofil automatisch wählen zu lassen. Hierdurch wird gewährleistet, dass das Prüfprotokoll zu dem zu prüfenden Testat passt.

Trotz der Überschneidung vieler Prüfungen, unabhängig von der zu prüfenden Datei, ist es unumgänglich für jedes behandelte Testat eine eigene Prüfung zusammen zu stellen und somit eine genaue Prüfung zu gewährleisten.

6.1.4. Startdatei

Die Startdatei definiert, auf welche Sollwertlisten MC zugreifen soll um diese im weiteren Verlauf der Prüfung zu nutzen. Hierzu gehören Parameter, erlaubte Symbole, nutzbare Bohrungsdurchmesser sowie Maßeinheiten. Eine Auflistung der in der in dieser Datei definierten Zeilen ist auf Seite XVIII zu finden

6.1.5. Checkdatei

Die Checkdatei beinhaltet die Prüfungen, welche durchgeführt werden. Es werden allgemeine Parameterprüfungen, Teilprüfungen, Zeichnungsprüfungen und Zusammenbauprüfungen unterschieden. Jede Prüfung kann für die vier verschiedenen Modi eingestellt werden. Die Modi definieren zu welchem Zeitpunkt der Check durchgeführt werden soll. Zur Verfügung stehen der Interaktiv, Batch, Regenerate und Save Modus. Durch die angestrebte Verwendung der in dieser Bachelorarbeit erarbeiteten Prüfprofile für die Studenten zu einem frei wählbaren Zeitpunkt wurden die verwendeten Prüfungen in dem Interaktivmode eingeschaltet. Dies ermöglicht die Prüfung der Modelle zu einem frei wählbaren Zeitpunkt und kann je nach Belieben

genutzt werden. Die Verwendung dieser wird in Kapitel „7.7. Nutzen der Prüfprofile an der HAW“ beschrieben.

Der Interaktive Modus erlaubt es dem Nutzer zu einem frei wählbaren Zeitpunkt die Prüfung vorzunehmen.

Die Nutzung der Prüfungen des Batchmodus ermöglichen die Prüfung mehrerer Dateien mit einem Prüfprofil.

Die Prüfungen des Regeneratmodus werden bei jeder Regenerierung der Datei durchgeführt. Diese Prüfung bietet viele Vorteile, da Fehler zeitnah erkannt werden und den weiteren Konstruktionsprozess nicht weiter negativ beeinflussen können. Im Falle der Nutzung durch die Studenten an der HAW ist dies jedoch nicht von Vorteil, da ein Großteil der Studenten keine sicheren Anwender der Software sind und vorerst viele Fehler machen. Eine frühe Prüfung der Bauteile kann zu erheblichen Wartezeiten führen.

Der Save Modus prüft die Datei bei jedem Speichervorgang.

Eine beispielhafte Auflistung der eingestellten Prüfungen ist auf Seite XIX zu finden.

6.1.6. Textdateien

Die Textdateien beinhalten verschiedenste Sollwerte und werden je nach Zuweisung in der Startdatei genutzt. Für die in dieser Bachelorarbeit behandelten Modelle werden die Parameter des Schriftfeldes sowie die erlaubten Bohrungsdurchmesser definiert. Im Falle einer Abweichung dieser Werte in der PTC Creo Datei erkennt MC dies als Fehler und stellt diesen dar. Eine Auflistung des Dateiinhalts ist in auf Seite XXI aufgelistet.

6.1.7. Statusdatei

Die Statusdatei bietet die Möglichkeit festzulegen, welche Anzahl von Warnungen und Errors zu einem Durchfallen der Prüfung führt. Durch die Zuweisung von Warnungen oder Fehlern als Konsequenz einer Prüfung kann so die erlaubte Fehleranzahl definiert werden.

6.1.8. Konstantendatei

Die Konstantendatei beinhaltet Werte, die das systematische Vorgehen der Konstruktion prüfen. Hierbei wird darauf geachtet, dass Features nicht zu einem frühen Zeitpunkt der Konstruktion genutzt werden, sowie Sketches nur eine bestimmte Anzahl von Elementen beinhalten „Tabelle 6-1: Gewählte Konstanten“. Durch die sinnvolle Verwendung dieser Werte, ist es möglich das Vorgehen der Studenten zu einem gewissen Maß zu überprüfen. Die Verwendung von fünf Prüfungen wurde für die an der HAW modellierten Modelle als sinnvoll erachtet und mit den folgenden Werten belegt.

ModelCHECK-prüfung	Wert	Kommentar
PERC_EARLY_ROUND	0.5	Eine Kantenverrundung darf nicht unter den ersten 50% der Konstruktionselemente vorkommen.
PERC_EARLY_DRAFT	0.5	Eine Schräge darf nicht unter den ersten 50% der Konstruktionselemente vorkommen.
PERC_EARLY_CHAMF	0.5	Eine Fase darf nicht unter den ersten 50% der Konstruktionselemente vorkommen.
PERC_EARLY_COSMETIC	0.7	Eine kosmetische KE (z.B. ein Gewinde) darf nicht unter den ersten 70% der Konstruktionselemente vorkommen.
MAX_SKETCH_ITEMS	30	Die Maximalanzahl von Elementen eines Sketches darf 30 nicht überschreiten. Dies verhindert das Modellieren eines Bauteils mit einem Sketch sowie das Anbringen von Taschen innerhalb eines Sketches.

Tabelle 6-1: Gewählte Konstanten

6.2. Erstellung der Prüfprofile

Wie in „Abbildung 6-1: Aufbau von PTC ModelCHECK“ dargestellt, ist eine Individualisierung der Prüfungen durch die Veränderung von verschiedenen Dateien möglich. Aufgrund des Zusammenspiels verschiedener Dateien ist ein strukturiertes Vorgehen bei der Erstellung der Prüfprofile sehr wichtig. „Abbildung 6-3: Vorgehensweise der Prüfprofilerstellung“



Abbildung 6-3: Vorgehensweise der Prüfprofilerstellung

6.2.1. Struktur der Dateinamen

Die sinnvolle Vergabe von Dateinamen ermöglicht die einfache Zuordnung der Dateien eines Prüfprofils und stellt sicher, dass Änderungen durch andere Nutzer einfach möglich sind. Um einen strukturierten Aufbau des Programms zu gewährleisten wurden folgende Dateinamen festgelegt.

	Testat1	Testat2	Testat3	Testat4		
Bauteil	Spannplatte	Welle	Legostein	Seitenplatte	Grundplatte	Zusammenbau
Zu wählender Dateiname	Testat1	Testat2	Testat3	Testat4_1	Testat4_2	Testat4
Checkdatei	Testat1_checks.MCH	Testat2_checks.MCH	Testat3_checks.MCH	Testat4_1_checks.MCH	Testat4_2_checks.MCH	Testat4_checks.MCH
Startdatei	testat1_start.MCS	testat2_start.MCS	testat3_start.MCS	testat4_1_start.MCS	testat4_2_start.MCS	testat4_start.MCS
Konstantendatei	mm.MCN	mm.MCN	mm.MCN	mm.MCN	mm.MCN	mm.MCN
Statusdatei	sample_status.MCQ	sample_status.MCQ	sample_status.MCQ	sample_status.MCQ	sample_status.MCQ	sample_status.MCQ
Textdateien	erlaubte_parameter_testat1.txt	erlaubte_parameter_testat2.txt	erlaubte_parameter_testat3.txt	erlaubte_parameter_testat4_1.txt	erlaubte_parameter_testat4_2.txt	erlaubte_parameter_testat4.txt
	holetestat1.txt	holetestat2.txt	holetestat3.txt	holetestat4_1.txt	holetestat4_2.txt	holetestat4.txt

Tabelle 6-2: PTC ModelCHECK Dateibenennungen

Wie in der „Tabelle 6-2: PTC ModelCHECK Dateibenennungen“ aufgelistet, wurden die Dateien mit deutlichen Namen versehen um eine einfache Identifikation und Zuordnung zu erreichen. Anhand dieser Dateistruktur werden nun die einzelnen Prüfprofile erstellt. Hierzu werden die beschriebenen Dateien erstellt und mit dem gewünschten Namen dupliziert. Hierdurch ist der strukturelle Aufbau abgeschlossen und die Individualisierung der Dateien kann beginnen.

6.2.2. Verwendete Prüfungen

PTC MC bietet dem Nutzer insgesamt 176 verschiedene Prüfungen. Diese unterteilen sich in 120 Prüfungen für Bauteile, 23 Prüfungen für Baugruppen sowie 33 Prüfungen für Zeichnungsableitungen.¹³

Zu Beginn ist eine Durchsicht der 176 Prüfungen notwendig. Durch die in „Kapitel 4.3. Anforderungsunterschiede der Industrie und der HAW Hamburg“ ermittelten Anforderungsdifferenzen sowie des definierten Einsatzgebietes der hier bearbeiteten Testate, entfallen bei der

¹³ [16]

ersten Durchsicht bereits 55 Prüfungen für Bauteile, zwei Prüfungen des Baugruppenmodus und 10 Prüfungen für Zeichnungen. Eine Auflistung der entfallenen Prüfungen sowie eine kurze Begründung ist ab Seite XIII zu finden. Die verbleibenden Prüfungen wurden auf Ihre Sinnhaftigkeit und den Nutzen hin geprüft. Hierbei wurde darauf geachtet ob eine Prüfung einen Mehrwert für die Testatkorrektur mit sich bringt oder entfallen kann. Eine Ausführliche Begründung einer jeden Prüfung wird, aufgrund der Menge, nicht erörtert.

Eine weitere große Prüfung ist GeomIntegrityCheck. GeomIntegrityCheck ist ein in MC integrierbares Prüfprofil, welches sich nach den Richtlinien der VDA (Verband der Automobilindustrie) 4955 richtet. Die VDA 4955 ist eine vom Arbeitskreis „CAD/CAM“ der VDA herausgegebene Empfehlung für die Erstellung und Verwaltung von CAD und CAM Daten in der Automobilindustrie.¹⁴ Das Hauptaugenmerk dieser VDA liegt auf der Kompatibilität der erzeugten Dateien mit anderen CAD Programmen um bei der Nutzung durch Dritte, Kompatibilitätsprobleme im Vorwege zu vermeiden bzw. zu verhindern. GeomIntegrityCheck ist selbstständig, als auch in einem MC Prozess integriert nutzbar, selbiges gilt für die Anzeige des Prüfberichts.¹⁵ Aufgrund des Hauptaugenmerks von GeomIntegrityCheck auf den Dateiexport in andere CAD Programme sowie der Konstruktion von Blechstrukturen, ist eine Verwendung dieser Prüfungen, in den in dieser Bachelorarbeit behandelten Dateien, nicht sinnvoll und findet somit keine Anwendung in den Prüfprogrammen.

Aufgrund dieser Erkenntnis lässt sich nun ein Standardprüfprogramm aufbauen, welches nach der Fertigstellung durch das Definieren der bauteilspezifischen Prüfungen auf die gewünschten Testate zugeschnitten wird.

6.2.3. Bauteilspezifische Prüfungen und Sollwerte

PTC MC wurde für die allgemeine Prüfung von CAD- Daten programmiert, nicht jedoch für die Prüfung vordefinierter Bauteile. Aus dieser Tatsache heraus gilt es Prüfungen zu finden, die eine Möglichkeit bieten, ein Bauteil auf genau Maße, Einheiten oder Eigenschaften hin zu prüfen.

Nach einer Durchsicht der verbleibenden Prüfungen wird ersichtlich, dass sich die Prüfungen PARAMCHECK und HOLE_DIAMS für eine bauteilspezifische Überprüfung nutzen lassen und durch die Hinterlegung von Sollwerten auf ein bestimmtes Bauteil passend eingestellt

¹⁴ [9]

¹⁵ [3, p. 124]

werden können. Alle anderen Prüfungen lassen sich nicht für eine bauteilspezifische Konfiguration nutzen und werden somit für die allgemeine Bauteilkontrolle in die Prüfung eingebunden.

Durch die Verwendung der an der HAW zu nutzenden Startdateien ist vor dem Beginn des Modellierens die Eingabe von Parametern nötig. Die Eingabe dieser Werte wird in dem Kapitel „7.7. Nutzen der Prüfprofile an der HAW“ erklärt und sollte bei jeder Nutzung von PTC Creo im Zuge einer Lehrveranstaltung vorgenommen werden. Um eine Falscheingabe oder das Vergessen dieser zu vermeiden, bietet die Prüfung PARAMCHECK die Möglichkeit diese Werte mit einer Sollwertliste oder nach einer Systematik prüfen zu lassen. Hierfür wurden folgende Werte in der jeweiligen Textdatei „*erlaubte_parameter_testat...txt*“ hinterlegt.

PRUEFER.	LABOR-GRUPPE	BEARBEITER	BEZEICHNUNG	MODUL	IDNR	BENENNUNG
Prof. Dr.-Ing. Schelberg	Ihre labor-gruppe	Ihr Name	Testat1 -> Spannplatte	Labor MZ/CAD	"S" + Mat-rikelnum-mer	Testat1
Prof. Dr.-Ing. Noack			Testat2 -> Welle			Testat2
Prof. Dr.-Ing. Usbeck			Testat3 -> Legostein			Testat3
M. Eng. Schorbach			Testat4_1 -> Seitenplatte			Testat4_1
Dipl.-Ing. Theel			Testat4_2 -> Grundplatte			Testat4_2
Dipl.-Ing. Kolarova			Testat4 -> Zusammenbauzeichnung			Testat4

Tabelle 6-3: Erlaubte Parameter

Durch die Prüfung dieser Parameter wird eine korrekte Eingabe des Schriftfeldes sichergestellt. Eine Hauptfehlerquelle der Studenten kann somit konsequent und dauerhaft überprüft und eine fehlerhafte Abgabe des Testats vermieden werden. Sollte einer dieser Parameter nicht eingegeben werden oder nicht der Sollwertliste gleichen, meldet MC einen Fehler und die Prüfung des Testats wurde nicht bestanden.

Die Prüfung HOLE_DIAMS ermöglicht es, Bohrungen, welche nicht den Sollwertdurchmessern entsprechen zu markieren. Durch die Aufgabenstellung werden nur definierte Bohrungen in den Testaten benötigt und in der Textdatei „*holetestat...txt*“ hinterlegt „Tabelle 6-4: Erlaubte Bohrungsdurchmesser“. Die Nutzung eines falschen Durchmessers führt zu einer Fehlermeldung und verhindert das Bestehen des Testats.

Testat	Erlaubte Bohrungsdurchmesser in mm
Testat 1	8 13
Testat 2	6
Testat 3	-
Testat 4_1	8 8,5
Testat 4_2	10,5

Tabelle 6-4: Erlaubte Bohrungsdurchmesser

MC stellt keine weiteren Prüfungen für den Abgleich von Sollwertlisten zur Verfügung. Aufgrund dessen prüfen alle weiteren Prüfungen lediglich den Gesamtaufbau von Dateien.

6.2.4. Konsequenzen der Prüfungen festlegen

Die verbleibenden 109 Prüfungen werden nun analysiert und es wird ermittelt welche Konsequenz, das heißt ein Bestehen oder Nichtbestehen, das Prüfergebnis haben soll. MC bietet hier die Möglichkeit zwischen vier möglichen Konsequenzen zu wählen. „Tabelle 6-5: Konsequenzen der Prüfung“. Die Ausgabe einer Warnung (W) sowie eines Errors (E) stellen vorerst das gleiche dar, tragen jedoch in unterschiedlicher Form zu dem Gesamtergebnis der MC- Prüfung bei. Nähere Informationen hierzu sind in dem Kapitel „6.1.7. Statusdatei“ zu finden.

E	W	Y	N
Die Prüfung wurde nicht bestanden.	Die Prüfung wurde nicht bestanden	Die Prüfung wird durchgeführt und das Ergebnis im Bericht dargestellt	Die Prüfung wird nicht durchgeführt

Tabelle 6-5: Konsequenzen der Prüfung

Da viele MC Prüfungen lediglich eine Information in dem Prüfbericht bereitstellen, wie die Gesamtmaße oder das Volumen, ist hier nur festzulegen, ob die Prüfung erfolgen soll oder nicht. Ein festlegen der Prüfkonsequenz entfällt hier. Anhand der während der Testatkorrektur gewonnen Erkenntnisse wurden Prüfungen, welche bei Nichtbestehen zu einem durchfallen des Testats führen würden mit der Errorfunktion definiert. Dies bewirkt, dass ein durchfallen einer dieser Prüfung zu einem nicht bestehen der Testats führt. Das Vorhandensein einer Warnung führt zu einer grünen Ampel in der Ergebnisdarstellung und drei Warnungen zu einer gelben Ampel, was weiterhin zum Bestehen führt. Diese sollten jedoch möglichst vermieden werden und durch den Studenten korrigiert werden.

7. Überprüfen und nutzen der Prüfprofile

Durch das Modellieren der bearbeiteten Testate, anhand der den Studenten ausgehändigten Unterlagen, ist nun eine Validierung der erarbeiteten Prüfungen möglich. Durch den Abgleich der erzielten Prüfergebnisse mit den in „5.2. Testatanalyse“ ermittelten Fehlern kann eine

Aussage über den Grad der Automatisierung getroffen werden. Hierbei werden die Noten 1 bis 6 vergeben, wobei eine 1 der optimalen Automatisierung gleichkommt. Eine 6 hingegen entspricht eines nicht automatisierbaren Problems. Eine tabellarische Auflistung der Benotung ist in Kapitel „7.5. Fazit der Testatüberprüfung“ zu finden.

Durch gezielte Veränderungen von Parts und Drawings sowie falschen Konstruktionen und Features werden die Prüfprofile überprüft und nicht erkannte Fehler dokumentiert.

7.1. Testat 1

Die Auswertung der Prüfung ist auf der Seite XI zu finden und verdeutlicht, dass nur ein Teil der Fehler durch MC verhindert werden kann. Die Auswertung von 20 Testaten in Kapitel „5.2. Testatanalyse“ hat ergeben, dass die Studenten insgesamt 94 Fehler gemacht haben. Durch die Überprüfung der Prüfprofile kann nun eine Aussage über die erkennbaren Fehler gemacht werden und eine zu erwartende Gesamtfehlerpunktzahl nach der Einführung von MC getroffen werden. Durch die Prüfung fehlerhafter Zeichnungen und Modelle ist eine Überprüfung der Prüfprofile möglich. Wie in „Abbildung 7-1: Fehlerhafte Spannplattenzeichnung“ zu sehen, überlappen

sich zwei Ansichten der Zeichnung. Des Weiteren fehlen Maße sowie der richtige Zeichnungsrahmen. MC ist hier lediglich in der Lage den falschen Zeichnungsrahmen sowie die überlappenden Ansichten zu erkennen. Weitere Fehler wie fehlende Notizen und Maße oder die räumliche Anordnung der Ansichten können nicht erkannt werden.

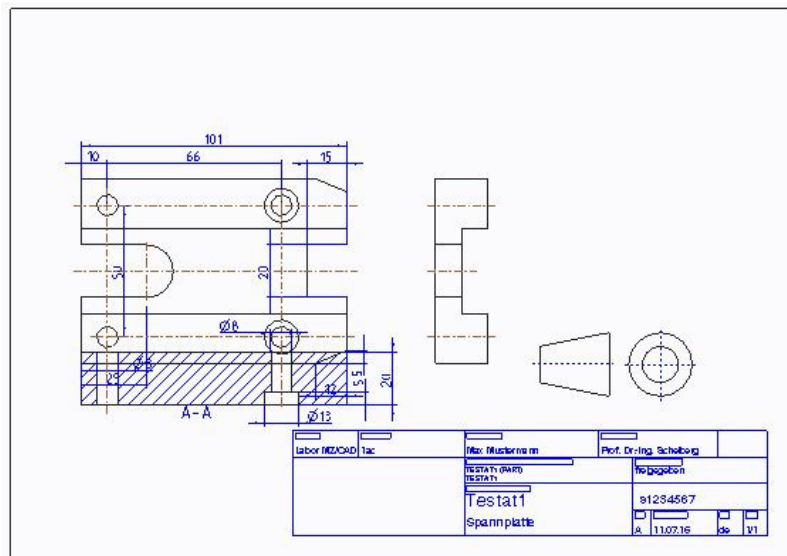


Abbildung 7-1: Fehlerhafte Spannplattenzeichnung

In dem Diagramm „Abbildung 7-2: Prüfprofilauswertung Testat 1“ ist erkennbar, dass nahezu alle begangenen Fehler im Schriftfeld vermeidbar sind, die Prüfung von Zeichnungen jedoch nur in geringem Umfang möglich ist. Dies bewirkt eine zu erwartende Senkung der Fehleranzahl um 54,3% und führt zu einer Gesamtfehleranzahl von 43. Es hätte jedoch trotz der Verwendung von MC kein Student ein fehlerfreies Testat abgegeben.

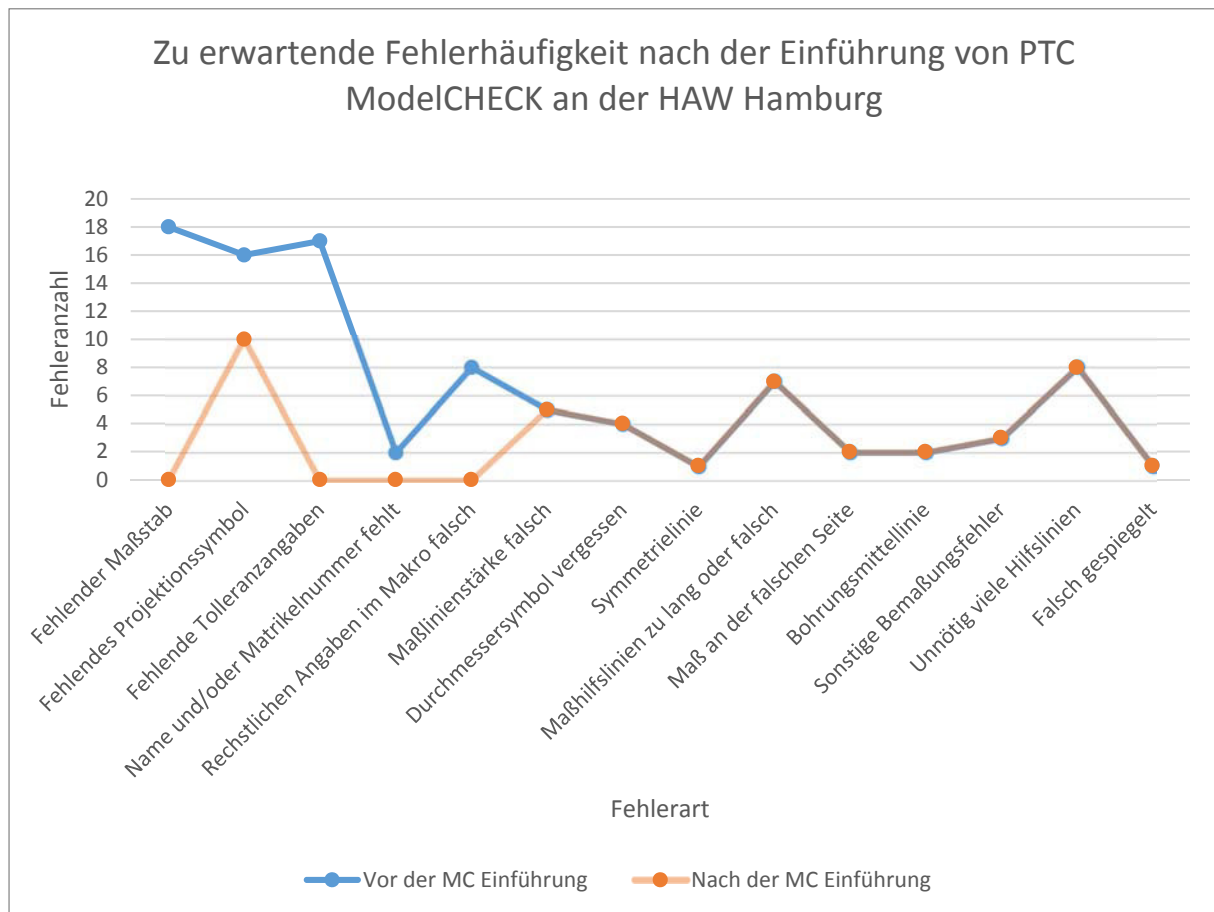


Abbildung 7-2: Prüfprofilauswertung Testat 1

7.2. Testat 2

Die Analyse des zweiten Testats zeigt, dass fast die gleichen Fehler wie im ersten Testat durch die Studenten begangen wurden. Aufgrund dessen ist eine nahezu identisches Prüfprofil anwendbar. Die Prüfung allgemeiner Eigenschaften ist auch hier nötig und wurde so umfangreich, wie es MC ermöglicht, umgesetzt. Durch die ähnliche Aufgabenstellung der beiden ersten Testate wurden lediglich die bauteilspezifischen Prüfungen abgeändert. Weitere Individualisierungen sind nicht möglich. Hierzu gehören zwei Schriftfelder des Textfeldes sowie die erlaubten Bohrungsdurchmesser. Die in „Abbildung 7-3: Fehlerhafte Wellenzeichnung“ dargestellte Wellenzeichnung ist unterbemaßt und enthält diverse andere Fehler. Diese werden von MC nicht erkannt und erfordern eine händische Nachkontrolle.

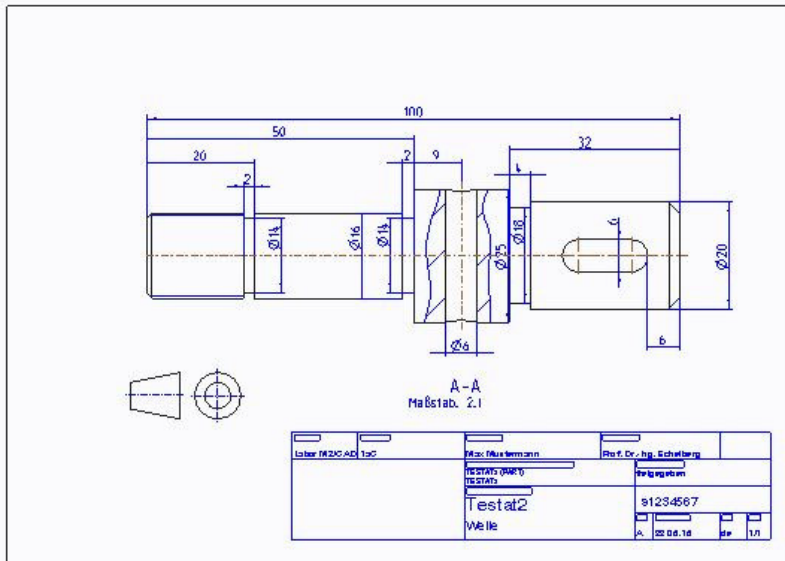


Abbildung 7-3: Fehlerhafte Wellenzeichnung

Die Auswertung des Prüfprofils erfolgte durch die erneute Manipulation der Dateien sowie der vorsätzlich falschen Konstruktion. Hier zeigt sich, dass erneut nur Fehler des Schriftfeldes fast restlos vermieden werden können, Fehler der Konstruktion sowie eine mangelhafte Zeichnung werden nicht erkannt. Wie auf Seite XII zu sehen, würde die Fehleranzahl durch die Verwendung von MC von 75 auf 45 sinken, was einer Fehlersenkung um 40% entspricht.

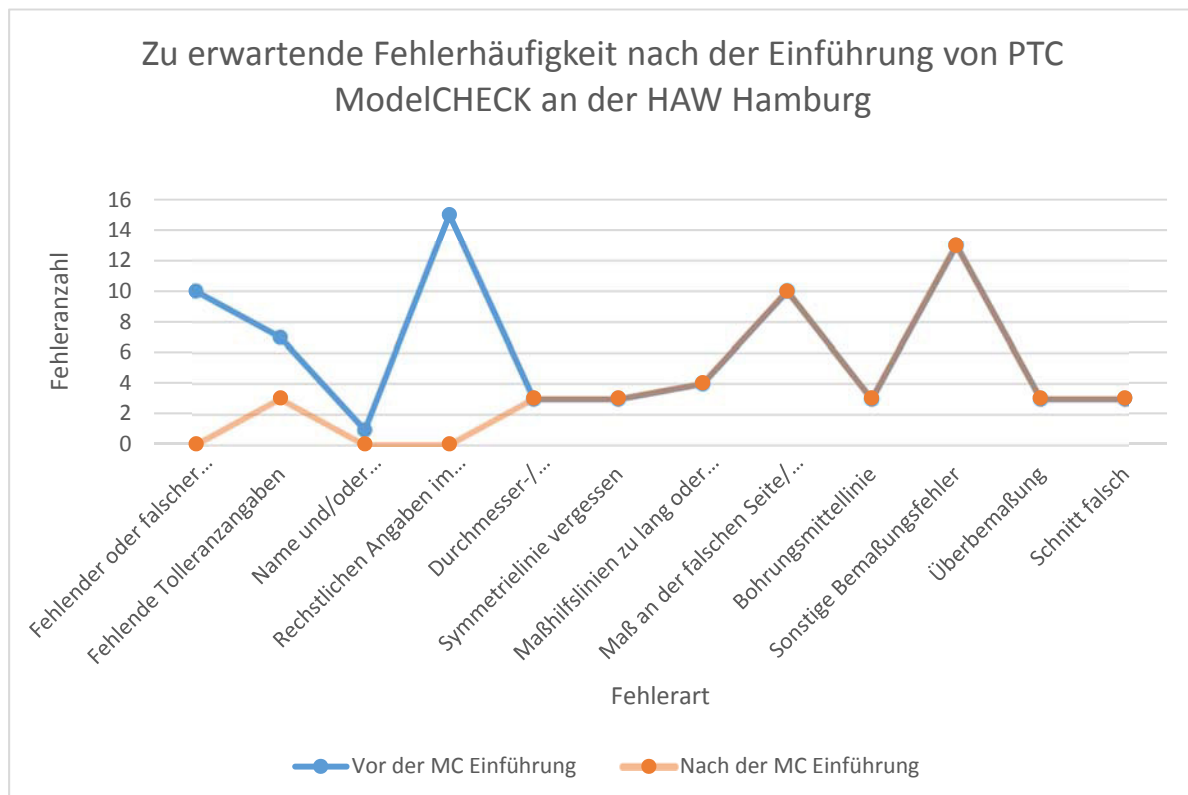


Abbildung 7-4: Prüfprofilauswertung Testat 2

7.3. Testat 3

Da die Begleitung dieser Testatkorrektur nicht möglich war, wurde sich bei dem Erstellen des Prüfprofils an den Werten der vorangegangenen Testate orientiert. Eine Durchsicht der verfügbaren Prüfungen hat ergeben, dass es keine Möglichkeit gibt, die speziell in diesem Testat geforderten Konstruktionspraktiken zu prüfen. Aufgrund dessen ist lediglich eine Verwendung der in den anderen Testaten als sinnvoll erachteten Prüfungen möglich. Hierdurch kann nur eine Prüfung allgemeiner Eigenschaften sowie der bekannten personenspezifischen Parameter geprüft und abgeglichen werden. Eine tiefere, bauteilspezifische Erstellung der Prüfungen ist nicht möglich. Durch diese oberflächliche Prüfung erfordert die Testatkorrektur, das Schriftfeld ausgenommen, weiterhin eine manuelle Prüfung durch den Prüfer.

7.4. Testat 4

Die Konstruktion einer Baugruppe erfordert die Erstellung mehrerer Prüfprofile. Aufgrund dessen wurden für jedes Bauteil, als auch für die Baugruppe ein eigenes Prüfprofil erstellt. Durch die Verwendung von Schraubenverbindungen werden in PTC Creo Bohrungen und Gewinde automatisch erzeugt. Hierdurch bedingt, ist eine Prüfung der Bauteile erst nach dem erfolgreichen Einfügen der Schraubenverbindungen möglich. Die Prüfung der Zeichnungen, als auch der Bauteile erfolgt mit den bekannten Prüfungen. Hierbei konnte lediglich die Prüfung der Bohrungsdurchmesser genau angepasst werden. Weitere, bauteilspezifische Prüfungen sind nicht möglich.

Für die Prüfung einer Baugruppe stellt MC 23 Prüfungen zur Verfügung, wovon 21 Prüfungen eine Verwendung in diesem Prüfprofil haben. Die verwendeten Prüfungen sind auf Seite XVI zu finden. Die von MC bereit gestellten Prüfungen konzentrieren sich auf die Prüfung der Eigenschaften der Bauteilpositionen sowie auf Informationszwecke. Hierzu gehört die Anzeige der Stückliste sowie das Prüfen von veralteten Bauteilen welche aktualisiert oder regeneriert werden müssen. Eine Vorgabe von zu verwendeten Gelenken oder Beziehungen ist nicht möglich. Durch diese geringe Anzahl von Prüfungen ist es nicht möglich eine falsch zusammen gebaute Baugruppe zu prüfen. MC kann weder die relative Position der Bauteile zueinander noch die Kontaktbedingungen prüfen. Lediglich Überschneidungen und Kollisionen werden erkannt. Eine vorsätzlich falsche Montage der Bauteile wurde während der Überprüfung der Prüfprofile in keinem Fall durch MC erkannt.

Durch diese eingeschränkten Prüfmöglichkeiten, ist eine manuelle Prüfung der Bauteile weiterhin nötig.

7.5. Fazit der Testatüberprüfung

Die Auswertung der Testate hat gezeigt, dass nur ein Teil des Prüfungsumfangs abgedeckt werden kann. Durch den geringen Umfang von zur Verfügung stehenden MC- Prüfungen ist eine komplette Korrektur der Testate nicht möglich. Durch die im Zuge dieser Bachelorarbeit geführten Interviews, sowohl mit Nutzern als auch Herstellern von MC, wurde bestätigt, dass eine genauere Prüfung nicht ohne weiteres umsetzbar ist. Die Prüfung von Bauteilen beschränkt sich hierbei auf die Prüfung von allgemeinen Konstruktionsstandards. Diese umfassen Überschneidungen, ungeschlossene Solids oder unterbestimmte Skizzen. Durch die definierten Aufgabenstellungen der behandelten Testate wären weitere Prüfungen, bis hin zum Soll- Ist- Abgleich, wünschenswert jedoch nicht möglich. Wie die Überprüfung der Prüfprofile zeigt, kann MC oberflächliche Eigenschaften prüfen und Fehler des Schriftfeldes nahezu komplett vermeiden. Die gewünschte Prüfung von Zeichnungen und Bauteilen ist nicht möglich. *“Tabelle 7-1: Benotung der Prüfungen“* Durch die nun fehlerfreien Schriftfelder ist eine Senkung der Korrekturzeit von ca. 25% zu erwarten.

Anforderung	Gewichtung	Testat1	Testat2	Testat3	Testat4_1	Testat4_2	Testat4
Prüfen der personenbezogenen Daten	0,20	1	1	1	1	1	1
Prüfen der Bauteilmaße	0,15	6	6	6	6	6	6
Prüfung der Notizen	0,10	6	6	6	6	6	6
Prüfung der Symbole	0,10	3	3	3	3	3	3
Prüfung der Maßpositionen	0,15	6	6	6	6	6	6
Prüfung der Linienstärke	0,10	6	6	6	6	6	6
Prüfung der Maßhilfslinien	0,10	6	6	6	6	6	6
Prüfung der Verwendung Features	0,10	3	3	3	3	3	3

Tabelle 7-1: Benotung der Prüfungen

7.6. Einbettung der Prüfprofile an der HAW

Um die in dieser Bachelorarbeit erstellten Prüfprofile nutzen zu können ist es notwendig, sie den Studenten an allen Computern der PC Räume in der HAW sowie für die Nutzung zuhause zugänglich zu machen. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Nutzer keine Schreibrechte für die Ordner haben und somit keine Veränderungen oder gewollte Manipulationen vorgenommen werden können. Des Weiteren ist ein Speicherort zu wählen, welcher zentral

bearbeitet werden kann. Andernfalls wäre ein Abspeichern der MC- Dateien auf jedem genutzten Computer nötig und somit äußerst zeitaufwändig. Selbiges gilt für mögliche nachträgliche Änderungen und Updates der Dateien.

In Zusammenarbeit mit Herrn Dipl.-Ing. Theel von der HAW Hamburg wurde die richtige Einbettung der Prüfprofile am 18.07.2016 besprochen und zu Testzwecken umgesetzt. Hierbei wurden die für MC nötigen Dateien in dem öffentlichen Laufwerk " *P:\the\creo3*" der Hochschule gespeichert. Um zu ermöglichen, dass PTC Creo diesen Ordner findet, wurde in der config.pro Datei, welche bei der Nutzung von PTC Creo über die von Herrn Dipl.-Ing. Theel erstellte Startdatei genutzt wird, dieser Dateipfad eingepflegt. Hierfür ist der Befehl „*modelcheck_dir*“ mit dem genannten Dateipfad zu editieren.

Durch diese Änderungen ist die Nutzung der MC Prüfungen an allen Computern der HAW und durch alle Studenten, welche PTC Creo auf dem privaten Computer nutzen, möglich. Eine Veränderung der MC Prüfungen kann durch einen Mitarbeiter mit entsprechenden Zugriffsrechten auf das Public-Laufwerk unproblematisch und zeitsparend vorgenommen werden. Unbefugten Nutzern ist das Verändern, Löschen oder Manipulieren der Dateien nicht möglich und somit ein ausreichender Schutz vorhanden.

Diese Einstellungen beziehen sich auf die Nutzung der Startdateien, welche durch Herrn Dipl.-Ing. Theel erstellt wurden. Sollten die MC Prüfungen mit anderen Startdateien, und somit mit anderen config.pro Dateien genutzt werden, ist eine jeweilige Anpassung der config.pro Datei durch die Editierung der „*modelcheck_dir*“ Zeile notwendig sowie „Modelcheck enabled“ auszuwählen.

7.7. Nutzen der Prüfprofile an der HAW

Folgend ist eine Step by Step Anleitung für den Endnutzer zu finden.

Um die erarbeiteten Prüfungen in vollem Umfang an der HAW Hamburg nutzen zu können, sind verschiedenen Dinge zu berücksichtigen.

PTC Creo muss zwingend über die von der HAW Hamburg zur Verfügung gestellten Startdatei gestartet werden. Aufgrund der hierdurch verwendeten Voreinstellungen ist eine vollumfängliche Eingabe und Prüfung von Nutzerdaten möglich. Die von Herrn Dipl.-Ing. Theel erarbeiteten und zur Verfügung gestellten Startdateien¹⁶ sind für die Nutzung an den Computern

¹⁶ [18]

der HAW, als auch bei der Nutzung von PTC Creo von den Studenten zuhause zu verwenden. Eine Nutzungsanleitung ist auf Seite XXII zu finden.

Nach dem Start des Programms erhalten Sie zunächst die leere Startoberfläche von PTC Creo. Nun muss eine Neue Datei erzeugt werden. Hierfür klicken Sie auf „Datei-> Neu“ *Abbildung 7-5: Neue Datei*

Nun öffnet sich ein Auswahlfenster um den gewünschten Dateityp festzulegen und diesem einen Dateinamen zuzuordnen.



Abbildung 7-5: Neue Datei

Bei der Modellierung eines 3D Körpers ist als „Typ“, „Teil“ zu wählen.

Als „Untertyp“ den Haken bei „Volumenkörper“ setzen. *„Abbildung 7-6: Auswahl Volumenkörper“*

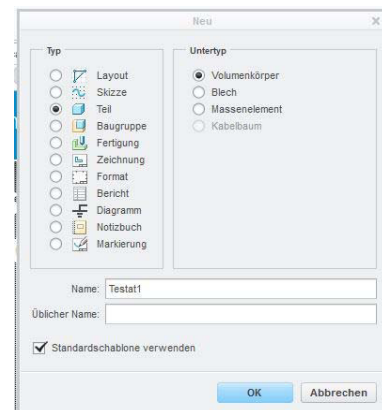


Abbildung 7-6: Auswahl Volumenkörper

Der Name ist nun abhängig von dem zu bearbeitenden Testat.

Hierbei sind folgende Schreibweisen zulässig. *„Tabelle 7-2: Dateiname“*

Behandeltes Testat	Name
Testat1 -> Spannplatte	Testat1
Testat2 -> Welle	Testat2
Testat3 -> Legosteine	Testat3
Testat4_1 -> Seitenplatte	Testat4_1
Testat4_2 -> Grundplatte	Testat4_2
Testat4 -> Zusammenbauzeichnung	Testat4

Tabelle 7-2: Dateiname

Anschließend die Eingaben mit „OK“ bestätigen.

Vor dem Modellierungsbeginn ist nun die Eingabe Ihrer persönlichen Daten nötig. Diese Daten werden in dem Part gespeichert und im späteren Falle einer Zeichnungserstellung automatisch mit übernommen. Hierfür Klicken Sie bitte auf unter „Werkzeuge“ auf das Feld „Parameter“



Abbildung 7-7: Einstellung der Parameter

Geben Sie nun hier Ihre individuellen Daten ein.

Eine Liste der erlaubten Parameter ist im Folgenden zu finden.

Schließen Sie das Fenster mit einem Klick auf den „OK“ Button nach erfolgreicher Eingabe der Daten. „Abbildung 7-8: Eingabe der Parameter“

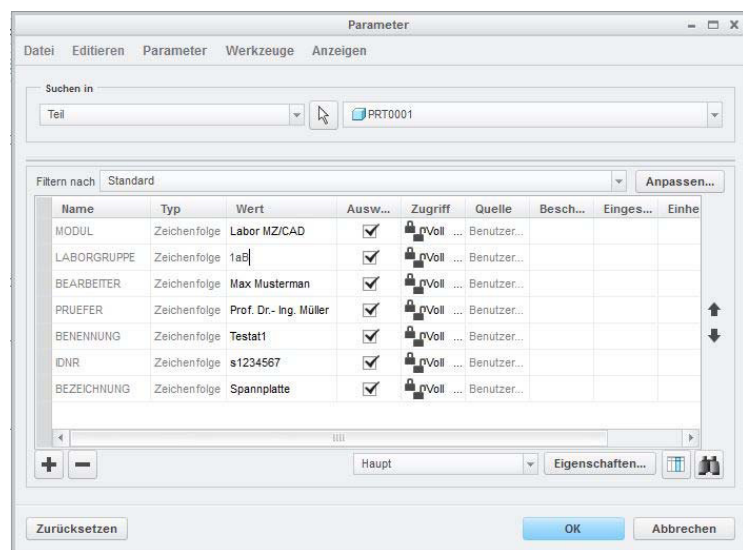


Abbildung 7-8: Eingabe der Parameter

PTC Creo hat Ihre Daten nun hinterlegt. Sollten Sie Daten falsch eingegeben haben, können Sie diese unter einem erneuten Klick auf „Werkzeuge“ -> „Parameter“ editieren.

Die in „Tabelle 6-3: Erlaubte Parameter“ aufgeführten Parameter sind zwingend zu nutzen um ein positives Prüfungsergebnis durch PTC ModelCHECK zu erhalten.

Nun können Sie mit dem Modellieren beginnen.

Nach dem erfolgreichen Erstellen des Volumenkörpers ist eine Prüfung durch das Tool „PTC ModelCHECK“ möglich. Hierbei werden verschiedene Parameter sowie allgemeine Modellierungsnormen erfasst und überprüft. Dies dient Ihnen zur Selbstkontrolle und weist auf Fehler bei der Modellierung, Wahl falscher Bohrungen sowie verschiedene andere Dinge hin.

Bitte Klicken Sie auf *Datei-> Vorbereiten-> ModelCHECK interaktiv*. Nun wird die von Ihnen erstellte Datei automatisch geprüft. „Abbildung 7-9: Start von ModelCHECK Interaktive“

Sollte der Dateiname nicht den Vorgaben entsprechen, finden Sie am unteren linken Bildrand eine Fehlermeldung. Sollte dies der Fall sein, ist der Dateiname zu prüfen und zu ändern. „Abbildung 7-10: ModelCHECK Fehlermeldung“

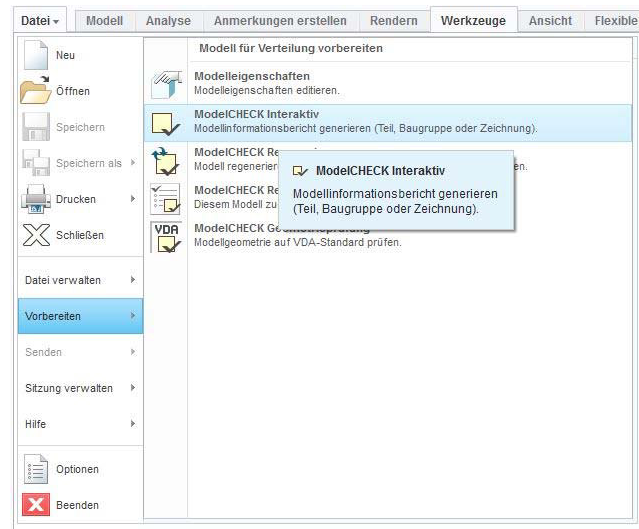


Abbildung 7-9: Start von ModelCHECK Interaktive

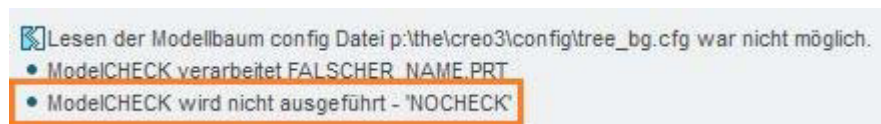


Abbildung 7-10: ModelCHECK Fehlermeldung

Nach Abschluss der Prüfung erhalten Sie das Ergebnis in einem Statusfenster. „Abbildung 7-11: ModelCHECK Bericht“

1: Klicken Sie auf den Pfeil, um das Untermenü 2 einsehen zu können.

2: Hier werden verschiedene Parameter der Prüfung aufgelistet.

3: Nun erscheint die Darstellung des Prüfungsergebnisses.

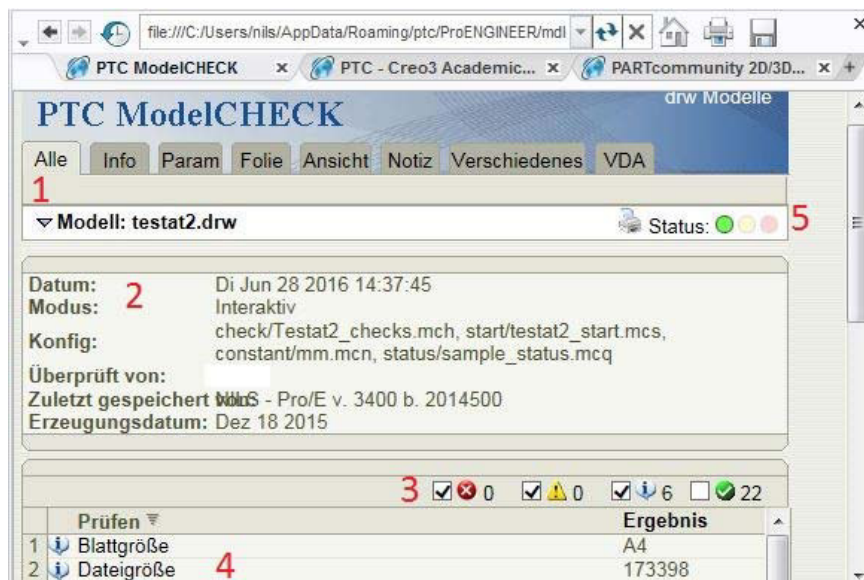
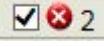
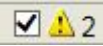



Abbildung 7-11: ModelCHECK Bericht

4: Je nachdem an welcher Stelle Sie bei Punkt „3“ ein Häkchen gesetzt haben, werden Ihnen die zu der Kategorie gehörenden Prüfungen angezeigt. Durch einen Klick auf die jeweilige Prüfung sind weitere Details hierzu einsehbar.

5. Hier wird Ihnen das Gesamtergebnis in Form einer Ampel dargestellt. Diese signalisiert Ihnen ob Sie bestanden haben oder geringe Mängel gefunden wurden welche eine Nachbesserung benötigen.

Fehler . Ein Bestehen des Testats ist nicht möglich. In diesem Fall wurden zwei Fehler gefunden und müssen nachgebessert werden.

Warnung . Das Bestehen des Testats ist bis zu einer gewissen Anzahl an Warnungen möglich. Jedoch sollte auch hier nachgebessert werden um keine Warnungen mehr zu erhalten.

Information:  Hier werden verschiedenen Informationen und Parameter dargestellt. Diese haben keinen Einfluss auf das Prüfungsergebnis und dienen lediglich zu Informationszwecken.

Bestanden  Diese Prüfungen wurden bestanden.

Nach dem Erhalt eines positiven Ergebnisses ist nun die Erstellung der Zeichnung möglich. Hierfür klicken Sie bei weiterhin geöffneter Part Datei auf *Datei-> Neu*. „Abbildung 7-12: Zeichnung starten“. Das folgende Fenster wird geöffnet. Nun wählen Sie den Unterpunkt „Zeichnung“ aus und vergeben den selben Dateinamen wie bei dem hierzu gehörenden Solid. Somit Testat1, Testat2 usw.. Auch hier ist die Schreibweise sehr wichtig, da hierdurch automatisch das ModelCHECK Prüfprofil, als auch der für die Zeichnung zu verwendende Part gewählt wird.

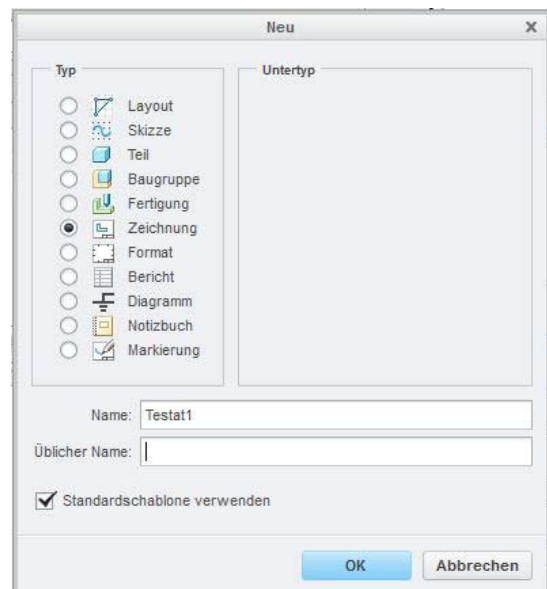


Abbildung 7-12: Zeichnung starten

Nachfolgend ist der zu verwendende Part, als auch der gewünschte Zeichnungsrahmen zu wählen. „Abbildung 7-13: Wahl der Schablone“

Bedingt durch den Zeichnungsnamen ist nun schon automatisch die Datei z.B. „testat1.prt“ ausgewählt.

Des Weiteren ist der Haken bei „Schablone verwenden“ zu setzen und eine Schablone der gewünschten Größe zu wählen. Hierbei ist unbedingt darauf zu achten, lediglich Schablonen mit der Endung „the_schablone“ zu nutzen. Durch das Klicken auf den „OK“ Button öffnet sich der Zeichnungsmodus mit der gewählten Schablone. Wie Sie nun sehen können, sind Ihr Name als auch alle weiteren Daten des Schriftfeldes bereits eingetragen. Bitte überprüfen Sie an dieser Stelle erneut Ihre Eingaben im Schriftfeld. Im Falle eines Fehlers, korrigieren Sie die Daten im Part-Modus, unter *Werkzeuge-> Parameter*.

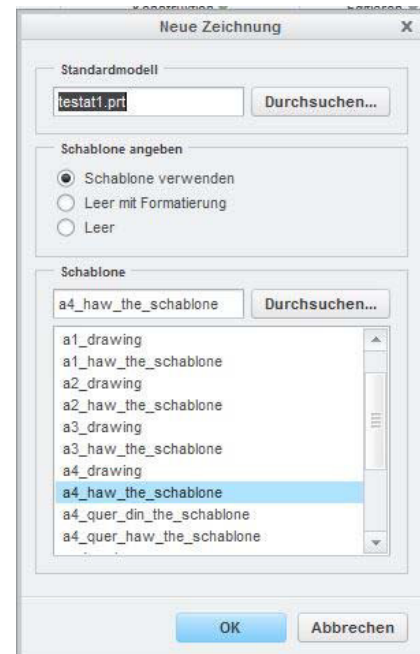


Abbildung 7-13: Wahl der Schablone

Nun können Sie die Zeichnungsansichten erstellen, sowie Notizen, Symbole, Bemaßungen und alles Weitere einfügen um Ihre abgabefertige Zeichnung zu erstellen.

Abschließend klicken Sie, wie zuvor im Teilmodus, auf *Datei-> Vorbereiten-> ModelCHECK interaktiv*. Nun erhalten Sie einen Prüfbericht für Ihre Zeichnung. Die Ergebnisse werden wie beim Prüfen des Parts dargestellt und zeigen Ihnen mögliche Fehler auf.

Im Falle eines erfolgreichen Ergebnisses ist die Konstruktion bereit für die Abgabe.

Bei der Nutzung von MC an einer Baugruppe bietet der Report die Möglichkeit, alle beinhaltenden Bauteile gleichzeitig zu prüfen. Hierbei erscheint nach der Auswahl von „*ModelCHECK Interaktive*“ ein Auswahlfenster. Hier ist wählbar welche Bauteile geprüft werden sollen. Hier ist der Unterpunkt „*Alle Ebenen*“ zu wählen. „Abbildung 7-14: Baugruppe prüfen“

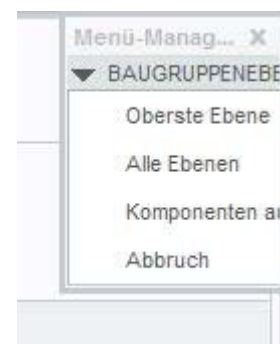


Abbildung 7-14: Baugruppe prüfen

Nach getroffener Auswahl werden alle Bauteile der Baugruppe geprüft. Der Report stellt nun das ModelCHECK Ergebnis der Baugruppe dar. „Abbildung 7-15: Baugruppen Prüfbericht“

Unter Punkt „1“ ist es nun möglich die Prüfung der Bauteile zu überprüfen.

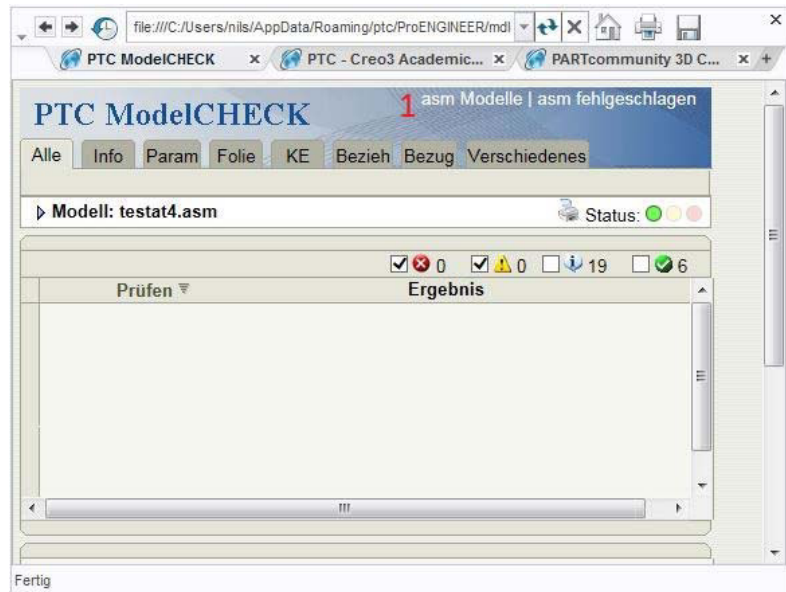


Abbildung 7-15: Baugruppen Prüfbericht

Im folgenden Fenster sind nun die Prüfungsergebnisse der Bauteile einsehbar. Unter Punkt „1“ und „2“ gelangen Sie zu dem jeweiligen Prüfbericht. „Abbildung 7-16: Bauteile der Baugruppe“

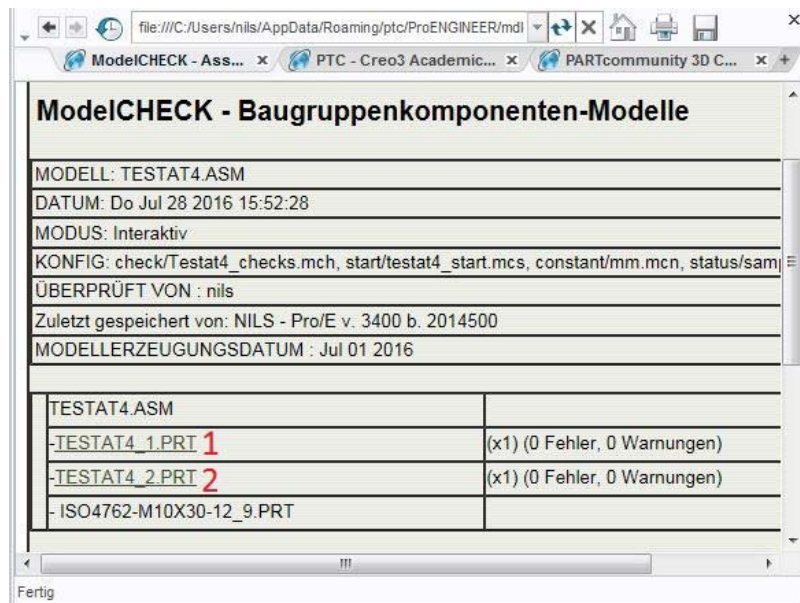


Abbildung 7-16: Bauteile der Baugruppe

8. Zukunftsausblick von PTC ModelCHECK an der HAW Hamburg

Mit der Einführung des PLM Systems Windchill in den kommenden Semestern an der HAW Hamburg ist eine weitere Vereinfachung des Prüfprozesses möglich. Eine teilweise händische Korrektur bzw. Auswertung durch den Prüfer wäre nach dem aktuellen Stand der Dinge jedoch weiterhin nötig.

PTC MC Prüfungen können dann durch den „Windchill Gatekeeper“ genutzt werden. Hierbei wird vor dem Einchecken der gewünschten Datei eine Prüfung der Daten durchgeführt, ein Hochladen ohne positives Ergebnis ist nicht möglich. Somit wäre sichergestellt, dass jede abgegebene Datei die Anforderungen der MC Prüfung erfüllt und eine Beachtung bestimmter Bereiche, u.a. des Schriftfeldes oder der genutzten Bohrungen, durch den Prüfer nicht mehr erforderlich sind.

8.1. Erweiterung von ModelCHECK

Aufgrund des Mangels an Pflege und Erweiterungen von MC durch PTC, haben verschiedene Softwarehersteller Erweiterungen und eigenständige Prüfprogramme entwickelt. Hierbei ist die Firma Software Factory GmbH¹⁷ zu nennen. Dieses Unternehmen hat sich auf die Erweiterung, als auch auf die Erstellung individueller Lösungen für CAD/CAM und PLM/PDM Programme spezialisiert und stellt weitere Möglichkeiten für die Prüfung von PTC Creo Dateien zur Verfügung.

Durch ein Interview mit der Leitung der Softwareentwicklung der Software Factory GmbH im Zuge dieser Bachelorarbeit, wurden die Möglichkeiten einer individuellen Erweiterung des Prüfprozesses erörtert. Durch die in „*Kapitel 4.3. Anforderungsunterschiede der Industrie und der HAW Hamburg*“ dargestellten Anforderungsunterschiede der PTC MC Kunden, wäre bei einer Erweiterung des Prüfungsumfangs eine Programmierung der bauteilspezifischen Prüfungen unumgänglich. Die Programmierung individueller Prüfungen gestaltet sich für den Anfänger sehr schwierig und erfordert gute Kenntnisse der genutzten Programmiersprachen. Eine Einarbeitungszeit von ca. sechs Monaten sei nötig um die gewünschten Ergebnisse zu erzielen und eine problemlose Einbettung der entwickelten Prüfungen zu realisieren. Für die Erweiterung von PTC MC kann auf alle in Creo verfügbaren Daten zugegriffen werden. Da PTC MC unter anderem in der Lage ist das Gesamtvolumen eines Solids zu berechnen, ist der Abgleich dieses Volumens mit einem definierten Sollvolumen möglich und

¹⁷ [11]

würde im Falle der HAW sicherstellen, dass das Solidvolumen der Aufgabenstellung entspricht. Selbiges gilt für die Gesamtabmessungen und viele weitere Messbare Größen. Die Prüfung von Maßpositionen, die Länge von Linien oder anderen, nicht messbaren Größen ist nicht möglich und erfordert auch nach dem Einpflegen weiterer Prüfungen eine manuelle Korrektur.¹⁸

Um einen Eindruck der Prüfungsgenauigkeit nach dem Einpflegen selbst erstellter Prüfungen zu bekommen, wurden die bisherigen Fehler des ersten Testats der Studenten aus „Kapitel 5.2. Testatanalyse“ mit den Aussagen der Software Factory GmbH abgeglichen und das zu erwartende Ergebnis ermittelt. Durch die grafische Darstellung „Abbildung 8-1: Fehlerhäufigkeit nach dem Einpflegen eigener Prüfungen“ wird ersichtlich, dass das Programmieren eigener Prüfungen keinen nennenswerten Vorteil mit sich bringt und eine zeitnahe Amortisierung der Entwicklungskosten solcher Prüfungen nicht zu erwarten ist.

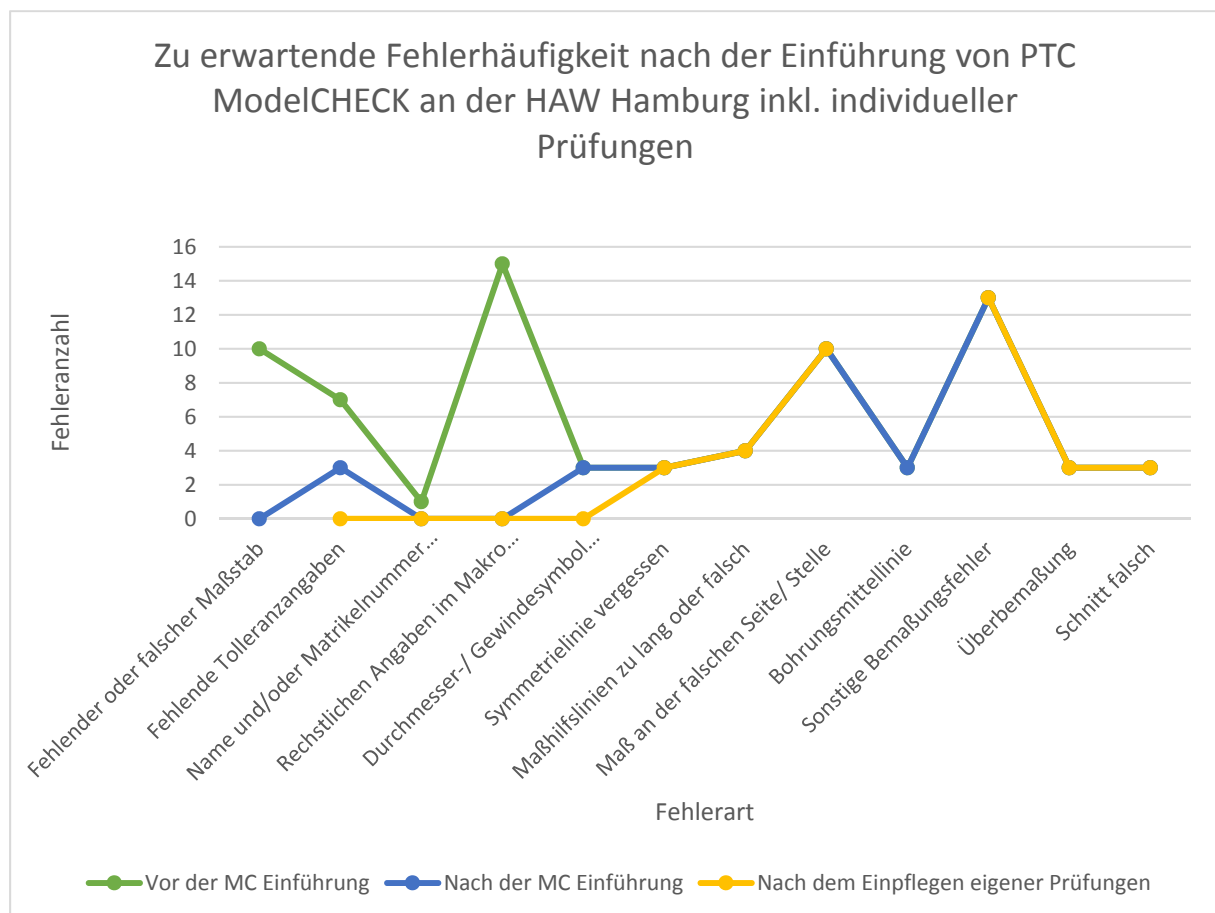


Abbildung 8-1: Fehlerhäufigkeit nach dem Einpflegen eigener Prüfungen

¹⁸ [13]

Eine weitere Möglichkeit bietet die Programmierung eines Programms, welche die bei der MC Prüfung erstellte XML Datei auswertet. Durch die Verwendung des Batchmodus ist es möglich eine Vielzahl von Dateien zeitgleich mit einem Prüfprofil zu prüfen. Hierbei wird anhand definierter Parameter jeweils eine XML- Datei mit den Prüfungsergebnissen erzeugt. Durch die Möglichkeit, sich in MC Informationen zu der Größe, des Volumens und weiteren Eigenschaften anzeigen zu lassen, diese aber nicht mit Sollwerten abgleichen zu können, ist es so möglich, eigene Tests zu definieren. Somit wäre es möglich, durch MC eine Vielzahl von Prüfungen zu erstellen und diese zusammen mit Informationen abzuspeichern, um sie nachträglich durch ein eigenständiges Programm erneut mit Sollwerten abzugleichen. *“Abbildung 8-2: Auswertung der XML Berichte“*



Abbildung 8-2: Auswertung der XML Berichte

Auch das Prüfen der in einer Baugruppe verwendeten Bauteile und Schrauben wäre durch die Ausgabe einer Stückliste möglich. Dies kann eine weitere Minderung der Fehler erwirken, ist jedoch nicht auf die weiterhin vorhandenen Probleme der Drawings anwendbar. Im Falle einer Parametrischen Konstruktion wie im dritten Testat, wäre ein Abgleich der Gesamtabmaße mit den aus der Matrikelnummer stammenden Parametern möglich. Bei der Erstellung weiterer Prüfungen ist eine Abwägung des Kosten- Nutzenfaktors erforderlich. Des Weiteren erfordert jeder Versionswechsel von PTC Creo an der HAW Hamburg eine Anpassung der erstellten Prüfungen und bringt somit weitere Kosten mit sich.

9. Fazit

Durch die in dieser Bachelorarbeit erarbeitete Automatisierung können nun formelle und individuell definierte Prüfungen automatisch durchgeführt werden. Hierdurch können den prüfenden Professoren und Mitarbeitern diverse Tätigkeiten abgenommen werden und verkürzt so die benötigte Korrekturzeit.

Bedingt durch die begrenzte Anzahl der verfügbaren Prüfungen ist MC nicht dazu in der Lage die gesamte Korrektur der Testate zu übernehmen. Durch die Entwicklung von MC für die Industrie ist dieses Programm für die generelle Überprüfung verschiedenster Bauteile mit dem gleichen Prüfprofil konzipiert worden. Die Konfiguration eines Prüfprofils für ein rundum vorgegebenes Bauteil, wie es an der HAW Hamburg der Fall ist, wird in der Industrie nicht benötigt und ist für die Nutzung von MC nicht vorgesehen. Aus diesem Grundprinzip heraus ist die Qualitätsbewertung von Dateien auf die generellen Konstruktionsvorschriften eines Unternehmens gut umsetzbar. Ein Soll-Ist-Vergleich, wie er im bestmöglichen Fall an der HAW anvisiert wird, kann jedoch nicht umgesetzt werden.

Durch die Analyse der Prüfprofile in Kapitel „7. Überprüfen und nutzen der Prüfprofile“ wird deutlich, dass eine Vielzahl der häufigen Fehler durch den Einsatz von MC verhindert werden kann. Dies erübrigt eine händische Restkorrektur jedoch nicht und verlangt weiterhin nach einer Überprüfung von Bemaßungen, jeglichen Linien als auch dem konstruierten Bauteil an sich. Eine Abgabe von Testaten ohne die vollständige Eingabe des Schriftfeldes, wie es in 80% - 90% der Fall war, ist durch die Nutzung von MC jedoch nicht mehr möglich. Dies ermöglicht eine eindeutige Zuweisung von Dateien und verringert die Fehleranzahl. MC bietet somit eine gute Hilfe für Prüfende und Studierende, erübrigt die händische Korrektur jedoch nicht

MC ist für die Prüfung von CAD Daten, durch die Nutzung von PTC Creo in dem Department Maschinenbau und Produktion an der HAW Hamburg, nicht ohne weiteres durch ein anderes Programm ersetzbar. Wie in Kapitel „3. Marktübersicht“ ermittelt wurde, bietet PTC ein im Vergleich zum Wettbewerb eher benutzerunfreundliche Handhabung und fordert die Konfiguration diverser Dateien.

Durch die in dieser Bachelorarbeit erstellen Prüfprofile ist eine Verringerung der Korrekturzeit von ca. 25% zu erwarten was einer Verringerung von ca. 18 Stunden entspricht.

Ich freue mich, mit den Ergebnissen meiner Arbeit einen Beitrag für Studierende und Lehrende an der HAW Hamburg leisten zu können.

Quellenverzeichnis

- [1] „GMW Group,“ 26 April 2016. [Online]. URL: <http://www.gmwgroup-gmbh.de/plm.php>. [Zugriff am 26 April 2016].
- [2] Carl Zeiss AG, „www.Zeiss.de,“ 03 Dezember 2012. [Online]. URL: http://www.zeiss.de/content/dam/Corporate/about_cz/downloads/pdf/Zeiss-ProENGINEER-Vorgaben.pdf. [Zugriff am 26 Mai 2016].
- [3] P. T. Corporation, „www.datajett.com,“ 2004. [Online]. URL: http://www.datajett.com/Cadd/ProE/Wildfire_Help/modelcheck.pdf. [Zugriff am 19 Mai 2016].
- [4] „www.Youtube.com,“ 12 März 2014. [Online]. URL: https://i.y-timg.com/vi/lyUpO9J_WBs/maxresdefault.jpg. [Zugriff am 2 Mai 2016].
- [5] Kagermann, Wahlster und Helbig, „Forschungsunion,“ 2013. [Online]. URL: <http://forschungsunion.de/veroeffentlichungen/index.html>. [Zugriff am 20 April 2016].
- [6] T. Technia, „Weitere Details über Q-Checker,“ 2016. [Online]. URL: <https://www.transcat-plm.com/software/techniatranscat-software/q-checker/details-q-checker.html>. [Zugriff am 20 April 2016].
- [7] D.-I. T. Westphal, Siemens Check- Mate Vorführung. [Interview]. 29 April 2016.
- [8] Carl Zeiss AG, „www.Zeiss.de,“ [Online]. URL: <http://www.zeiss.de/content/dam/Corporate/de/doc/suppliers/zeiss-konfigurationen-fuer-creo.zip>. [Zugriff am 30 Juni 2016].
- [9] A. "CAD/CAM", „www.VDA.de,“ Dezember 2006. [Online]. URL: https://www.vda.de/dam/vda/publications/1274427834_de_1640548641.pdf. [Zugriff am 16 Juni 2016].
- [10] D.-I. A. Tenbusch, Einführung und Nutzung von PTC ModelCHECK in der ZF Friedrichshafen AG. [Interview]. 6 Juli 2016.
- [11] Software Factory GmbH, „Software Factory,“ [Online]. URL: <http://www.sf.com/>. [Zugriff am 7 Juli 2016].
- [12] ZF Friedrichshafen AG, [Online]. URL: http://www.zf.com/corporate/de_de/company/company_profile_zf/facts_figures/facts_figures.html. [Zugriff am 7 Juli 2016].
- [13] M. Wimmer, Interviewee, Dienstleistungsangebote der Software Factory GmbH. [Interview]. 13 Juli 2016.
- [14] R. L. Astheimer, RE_USE YOUR CAD The ModelCHECK Handbook, United States: Action Engineering, 2016.

- [15] [Online]. URL: <http://www.hawkridgesys.com/images/uploads/designchecker.jpg>. [Zugriff am 13 Juli 2016].
- [16] PTC, „Übersicht der MC Dateien und Prüfungen,“ 2015. [Online]. URL: http://help.ptc.com/creo_hc/creo30_pma_hc/german/index.html#page/pma/model_analysis/ModelCHECK_Overview.html. [Zugriff am 14 Mai 2016].
- [17] R. Steck, „Ordnung in den Modellen mit PTC Creo ModelCHECK,“ 19 Februar 2014. [Online]. URL: <http://de.creo.ptc.com/2014/02/19/ordnung-in-den-modellen-mit-ptc-creo-modelcheck/>. [Zugriff am 28 April 2016].
- [18] D.-I. Theel, Begleitunterlagen zur CAD-Übung The/Srb, Hamburg, 10. März. 2016. Copy Shop Campus Berliner Tor

10. Anhang

Testat 1	Drawing														Erreichte Punktzahl	Summe
	Schriftfeld					Bemaßung										
Student	Fehlender Maßstab	Fehlendes Projektionssymbol	Fehlende Toleranzangaben	Name und/oder Matrikelnummer fehlt	Rechtlichen Angaben im Makro falsch	Maßlinienstärke falsch	Durchmessersymbol vergessen	Symmetrielinie	Maßhilfslinien zu lang oder falsch	Maß an der falschen Seite	Bohrungsmittellinie	Sonstige Bemaßungsfehler	Unnötig viele Hilfslinien	Falsch gespiegelt		
1	j				j	j			j				j		2	5
2	j	j	j		j		j	j				j			0	7
3	j	j	j		j										2	4
4	j	j	j										j		2	4
5			j		j							j			2	3
6	j	j	j		j	j			j				j		2	7
7	j	j	j						j				j		2	5
8	j				j	j	j				j				2	5
9	j	j	j			j			j						2	5
10	j	j	j		j						j				2	5
11		j	j						j	j			j		2	5
12	j	j	j						j						2	4
13	j	j	j	j											0	4
14	j	j	j	j											0	4
15	j	j	j				j					j	j		2	6
16	j	j	j				j						j		2	5
17	j	j	j		j										2	4
18	j	j	j			j			j	j			j		2	7
19	j													j	2	2
20	j	j	j												2	3
Summe	18	16	17	2	8	5	4	1	7	2	2	3	8	1		94
Nach der Einführung von MC	0	10	0	0	0	5	4	1	7	2	2	3	8	1		43

Tabelle 10-1: Testat 1 Auswertung

Student	Drawing												Erreichte Punktzahl	Summe
	Schriftfeld													
Testat 2	Fehlender oder falscher Maßstab	Fehlende Tolleranzangaben	Name und/oder Materialnummer fehlt	Rechtstlichen Angaben im Makro falsch	Durchmesser-/Gewindesymbol vergessen/ falsch	Symmetrielinie vergessen	Maßhilfslinien zu lang oder falsch	Maß an der falschen Seite/ Stelle	Bohrungsmittellinie	Sonstige Bemaßungsfehler	Überbemaßung	Schnitt falsch		
1				j			j			j			2	3
2				j									2	1
3	j			j			j			j		j	2	5
4				j						j		j	2	3
5	j	j		j			j	j		j	j		2	7
6		j		j				j	j	j		j	2	6
7		j		j	j	j		j					1	5
8	j							j		j			2	3
9		j					j	j	j				0	4
10		j		j	j					j	j		2	5
11	j			j				j		j			2	4
12	j			j				j		j			2	4
13			j			j			j				0	3
14	j	j		j				j					2	4
15				j	j			j		j	j		2	5
16		j		j		j		j		j			1	5
17	j												0	1
18	j												0	1
19	j			j						j			2	3
20	j			j						j			2	3
Summe	10	7	1	15	3	3	4	10	3	13	3	3		75
Nach der Einführung von MC	0	3	0	0	3	3	4	10	3	13	3	3		45

Tabelle 10-2: Testat 2 Auswertung

Bauteilprüfungen

- ~~• ACCURACY INFO~~ (Informationen zur Genauigkeit)
- ~~• ADD_CHK_PARAM~~ (Parameter hinzufügen)
- ~~• AE_GTOL_DUPLICATE~~ (Geometrische Toleranz doppelter Anmerkungs-elemente)
- ~~• AE_MISSINGREFS~~ (Anmerkungs-elemente mit fehlenden Referenzen)
- ~~• AE_SF_DUPLICATE~~ (Oberflächengüte doppelter Anmerkungs-elemente)
- ~~• AF_INCOMPLETE~~ (Unvollständige Anmerkungs-KEs)
- ~~• ANNTN_INACTIVE~~ (Inaktive Anmerkungen)

- BURIED_FEAT (Verdeckte KEs)
- BURIED_SUSPECT (Verdeckte KEs mit Kindern)
- CHAMFER_CHILD (Kinder von Fasen)
- CHILD_EXT_FAILED_FEATURES (Kinder externer fehlgeschlagener KEs)
- CHILD_FAILED_FEATURES (Kinder fehlgeschlagener KEs)
- CHILDREN_EXIST (Standardkinder)
- COSMETIC_FEAT (Kosmetische KEs)
- CYL_CUT_SLOTS (Schnitte und Führungen, die Bohrungen sein sollten)
- CYL_DIAMS (Durchmesser kreisförmiger Schnitte)
- DATUM_RENAME (Bezüge umbenennen)
- DEF_DENSITY (Modelldichte)

Die Testate behandeln nicht die Zuweisung von Dichte.

- DEFAULT_CHILD (Kinder der Standardbezugsebenen)
- DEPENDENT_FEATURE (Abhängige KEs)
- DESIGNATED_ATTR (Ausgewiesene Attribute)
- ~~• DRAFT_ANGLES~~ (Winkel der Standardschräge)

Wird nicht benötigt

- DRAFT_CHILD (Kinder der Ausformschräge)
- DTM_AXES_INFO (Informationen zur Bezugsachse)
- DTM_CSYS_INFO (Informationen zum Koordinatensystem)
- DTM_CURVE_INFO (Informationen zur Bezugskurve)
- DTM_PLANE_INFO (Informationen zur Bezugsebene)
- DTM_POINT_INFO (Informationen zum Bezugspunkt)
- DUPLICATE_MODELS (Doppelte Modelle)
- EARLY_CHAMFER (Frühe Fasen)
- EARLY_COSMETIC (Frühe kosmetische KEs)
- EARLY_DRAFT (Frühe Schrägen)
- EARLY_ROUND (Frühe Rundungen)
- EDGE_REFERENCES (KEs, die Kanten referenzieren)
- EXTERNAL_DEPS (Externe Abhängigkeiten)
- EXTRA_LAYERS (Folienstatus)
- EXTRA_PARAMS (Parameterformatfehler)
- FAILED_FEATURES (Fehlgeschlagene KEs)
- ~~• FAMILY_INFO~~ (Familientabellen-Informationen)

Familientabellen werden nicht genutzt.

- FEATURE_INFO (KE-Informationen)
- FILE_SIZE (Dateigröße)
- FLEXIBLE_MODELING_FEATURES (Dateigröße)
- ~~• FREEFORM~~ (Freiformflächen)

Freiformflächen werden nicht genutzt.

- ~~• FT_DEF_VALS~~ (Familientabellen-Standardwerte)
- ~~• FT_STD_PARAMS~~ (Familientabellen-Standardparameter)

Familientabellen werden nicht genutzt

- GEOM_CHECKS (Geometrieprüfungen)
- ~~• GEOMETRIC_TOL~~ (Geometrische Toleranzen)

Es werden keine geometrischen Toleranzen genutzt. Lediglich als Allgemeintoleranz in Form einer Notiz

- HOLE_DIAMS (Standardbohrungsdurchmesser)
- IGNORE_FEAT (Zu ignorierende problembehaftete KEs)
- ~~• IMPORT_FEAT~~ (Importierte KEs)
- INCOMPLETE_FEAT (Unvollständige KEs)

- ~~INSERT MODE~~ (Einfügemodus bleibt aktiv)
Der Einfügemodus hat in den Laboren keine Relevanz
- ~~INSTANCE_NAME~~ (INSTANCE_NAME)
Eine Überprüfung von Familien ist nicht nötig, da nicht in den Testaten vorhanden.
- LAYER_DISPSTAT (Anzuzeigende Folien)
- LAYER_DTM_BLANK (Bezugs-KEs auf ausgeblendeten Folien)
- LAYER_EXT_ITEMS (Zusätzliche KEs auf Folien)
- LAYER_INFO (Informationen zu Folien)
- LAYER_ITEMS (Elemente auf mehreren Folien)
- LAYER_MOVE (Elemente von alten Folien auf neue Folien verschieben und alte Folien löschen)
- ~~LAYER_PLACE~~ (Folien enthalten Standardelemente)
Durch die Verwendung der Startdateien sowie deren Prüfung überflüssig.
- LAYER_STATUS (Folienstatus)
- LAYOUT_INFO (Folien-Info)
- LOW_TOLERANCE (Zulässige Mindesttoleranz)
- ~~MATERIAL_INFO~~ (Materialtyp)
Das Material spielt in keinem Labor eine Rolle.
- MEMORY_SPACE (Belegter Speicherplatz)
- MERGE_FEAT (Zusammengeführte KEs)
- ~~MINMAXTOL_INFO~~ (Minimale und maximale Toleranzen)
Da die Laboraufgaben lediglich die Angabe der Allgemeintoleranzen in Form einer Notiz fordern, ist diese Prüfung nicht relevant.
- MODEL_NAME (Modellnamen-Spezifikationsfehler)
- ~~MODEL_NAME_STR (Modellname)~~
Im Falle eines nicht passenden Modellnamens, kann das Prüfprofil nicht gewählt werden und der Nutzer erhält einen Fehler. Somit ist diese Prüfung überflüssig.
- NAMED_FEAT (Benannte KEs)
- OVERALL_SIZE (Allgemeine Größe)
- PARAMCHECK (Parameterformatfehler)
- PARAM_INFO (Modellparameter)
- ~~PARAM_NOTE_REQ~~ (Erforderliche Parameternotizen)
- ~~PARAM_NOTE_UNACC~~ (Inakzeptable Parameternotizen)
Durch die Verwendung der HAW-Startdateien werden die Parameter automatisch gefordert und werden durch den Befehl "PARAMCHECK" mit den Sollwerten abgeglichen.
- ~~PARAM_RENAME~~ (Parameter umbenennen)
- ~~PARAM_SPELL~~ (Parameterschreibweise)
- ~~PARAM_UNUSED~~ (Unbenutzte Parameter)
Durch die Art der Parameter, sowie der definierten Vorgaben des „PARAMCHECK“, sind diese Prüfungen überflüssig
- ~~PARENT_DIFF~~ (Zu viele Elternreferenzen)
Diese Prüfung bringt keinen Mehrwert mit sich.
- PLANE_CHILD (Bezugsebenen ohne Kinder)
- PLANE_PARENT (Bezugsebenen mit nur einem Elternteil)
- PRO_VERSION (Version von PTC Creo Parametric)
- ~~RC_INCOMPLETED~~ (Unvollständige RuleCHECK Regeln)
Rulecheck wird nicht verwendet da es keinen Mehrwert bietet.
- REG_FEATURES (Zurückgeholte KEs)
- REGEN_ERRS (Regenerierungsfehler)
- REGEN_WRNS (Regenerierungswarnungen)
- REGEN_SREPS (Regenerierte vereinfachte Darstellungen)
- REGEN_XSEC (Regenerierte Querschnitte)
- ~~RELATION_COMM~~ (Kommentare in Beziehungen)
Ist in den Testataufgaben nicht von Interesse
- RELATION_ERRS (Beziehungsfehler)
- RELATION_INFO (Beziehungs-Informationen)

- RELATION MISS (Beziehungen, die fehlen)
- RELATION MULT (Beziehungen mit mehreren Zuweisungen)
- RELATION UPDATE (Beziehungen, die aktualisiert werden müssen)
- RENAMED SYMBOLS (Umbenannte Bemaßungssymbole)
- ROUND CHILD (Kinder von Rundungen)
- ~~RULECHECK_INFO~~ (RuleCHECK-Informationen)
RuleCHECK wird nicht verwendet da es keinen Mehrwert bringt.

- SEARCH DUP MODELS (Nach doppelten Modellen suchen)
- ~~SHARP EDGES~~ (Scharfe Kanten)
- ~~SHORT EDGES~~ (Kurze Kanten)
Scharfe Geometrien sind durch die Aufgabenstellung nicht möglich.

- ~~SHTMTL BENDTAB~~ (Blech-Biegetabellen)
- ~~SHTMTL FBENDTAB~~ (KEs mit zugewiesenen Blech-Biegetabellen)
- ~~SHTMTL FLAT~~ (Blechendabwicklungen oder Abwicklungszustände)
- ~~SHTMTL THICK~~ (Standard-Blechwandstärken)
- ~~SHTMTL UNBENDS~~ (Blechabwicklungen)
- ~~SHTMTL YFACTOR~~ (Blech-Y Faktor)
Es werden keine Blechkonstruktionen bearbeitet. SHTMTL = Sheet metal (Blech)

- ~~SIMPREP_INFO~~ (Vereinfachte Darstellungen)
- ~~SIMPREP_NAME~~ (Namen von vereinfachten Darstellungen)
Vereinfachte Darstellungen werden in den Testaten nicht genutzt.

- SKETCH ITEMS (Anzahl von Elementen in einem skizzierten KE)
- ~~SLA_INFO~~ (SLA-Informationen)
Die Ausgabe einer SLA-Datei ist nicht von Interesse.

- ~~SMALL_CYLSRF~~ (Kleine zylindrische Flächen)
Durch die Aufgabenstellung definiert

- ~~SRF_EDGES~~ (Flächenspalten und -überlappungen)
Diese Prüfung ist bei Blechkonstruktionen von Interesse. Nicht jedoch bei den in dem ersten Semester behandelten Modellen.

- STARTCHECK (Startteil- und Startbaugruppenprüfung)
- ~~STD NOTES MISSING~~ (Fehlende Standardnotizen)
Alle nötigen Notizen der HAW werden über Parameter geprüft. Nicht über Notizen

- SUP FEATURES (Unterdrückte KEs)
- ~~UDF_INFO~~ (UDF-Informationen)
Es werden keine benutzerdefinierten Features in den Testaten genutzt.

- UNITS LENGTH (Längeneinheiten)
- UNITS MASS (Gewichtseinheiten)
- VIEW INFO (Ansichts-Informationen)
- XSEC INFO (Querschnitt-Informationen)

Prüfungen im Baugruppenmodus

- ~~AE GTOL DUPLICATE~~ (Geometrische Toleranz doppelter Anmerkungs-elemente)
Geometrischen Toleranzen werden in den Testaten nicht genutzt
- ~~AE SF DUPLICATE~~ (Oberflächengüte doppelter Anmerkungs-elemente)
Eine Allgemeine Oberflächengüte findet keine Verwendung
- AF INCOMPLETE (Unvollständige Anmerkungs-KEs)
- ANNTN INACTIVE (Inaktive Anmerkungen)
- ASM BOM (Stückliste für Baugruppe)
- ASM FEATURES (Baugruppen-KEs)
- BULK ITEMS (Massenelemente)
- CHILD EXT FAILED COMPONENTS (Kinder externer fehlgeschlagener Komponenten)
- CHILD FAILED COMPONENTS (Kinder fehlgeschlagener Komponenten)
- CIRCULAR REFS (Zirkuläre Referenzen)
- EXTERNAL DEPS (Externe Abhängigkeiten)
- FAILED COMPONENTS (Fehlgeschlagene Komponenten)
- FIXED COMPONENTS (Feste Komponenten)
- FLEX COMPONENTS (Flexible Komponenten)
- FRZ COMPONENTS (Eingefrorene Komponenten)
- GEN COMPONENTS (Generische Komponenten)
- GLOBAL INTF (Globale Durchdringung der Baugruppe)
- MECH COMPONENTS (Mechanismuskomponenten)
- MIS COMPONENTS (Fehlende Komponenten)
- NUM COMPONENTS (Anzahl der Komponenten)
- PACK COMPONENTS (Eingesetzte Komponenten)
- SUP COMPONENTS (Unterdrückte Komponenten)
- UNQ COMPONENTS (Eindeutige Komponenten)

Prüfungen im Zeichnungsmodus

- BOUND INFO (Berandungsinformationen)
- DEFAULT VIEWS (Ansichten mit Standardmodus zur Anzeige verdeckter Kanten)
- DIM OVERWRITE (Überschriebene Bemaßungen)
- DRAFT GEOM (Nicht einer Ansicht zugeordnete 2D-Geometrie)
- DRAWING LAYERS (Zeichnungsfolien)
- DRAWING NAME (Zeichnungsname)
- DRAWING PARAMS (Parameterprüfungen)

- ERASED VIEWS (Ausgeblendete Ansichten)
- FORMAT NAME (Name des Zeichnungsformats)
- ~~IGNORE SHEETS~~ (Zu ignorierende Blätter)
Die Testate werden auf einem Blatt erstellt. Eine Nutzung dieser Prüfung bietet keinen Mehrwert
- MODELS USED (In einer Zeichnung verwendete Modelle)
- ~~NOTE CASE~~ (Groß-/Kleinschreibung in Notizen)
- ~~NOTE FONT~~ (Schriftarten für Notizen)
- ~~NOTE HEIGHT~~ (Notizenhöhe)
- ~~NOTE SPELL~~ (Rechtschreibfehler in Notizen)
- ~~NOTE UNACCEPT~~ (Inakzeptable Notizen)
Alle Notizen werden als Parameter angelegt und somit durch PARAMCHECK geprüft.
- NOTE INFO (Zeichnungsnotizinformationen)
- NUM DRAW SHEETS (Maximale Anzahl von Zeichnungsblättern)
- OVERLAP INFO (Überlappungsinformationen)
- PARAMS EXIST (Zeichnungsparameter)
- PARAMS USED (Verwendete Zeichnungsparameter)
- REGEN DIMS (Bemaßungen, die nicht regeneriert werden können)
- SHEET SIZE INFO (Informationen zur Blattgröße)
- ~~STD DTL SETUP~~ (Zeichnungsdetaildatei)
Die Nutzung ist durch die Nutzung der HAW Schablonen nicht nötig.
- STD SYMBOLS (Standardzeichnungssymbole)
- SYMBOL INFO (Symbolinformationen)
- ~~SYMBOL SPELL~~ (Rechtschreibfehler in Symbolen)
Es sind nur Symbole nach der STD_SYMBOLS erlaubt.
- ~~TABLE CELLS~~ (Tabellenzellen)
Wird durch das vorgegebene Schriftfeld nicht benötigt.
- TITLE INFO (Titelblockinformationen)
- ~~TITLE SPELL~~ (Rechtschreibfehler im Titelblock)
Der Titel wird durch die Bauteildatei vorgegeben.
- UNUSED MODELS (Unbenutzte Modelle in Zeichnungen)
- UNUSED SHEETS (Leere Blätter)
- VIEW SCALE (Ansichten zugewiesener Maßstab)

Startdatei des ersten Testats

```
# PART MODE START PART REPORT CONFIGURATION
PRT_DATUM_PLANE      DTM1  1
PRT_DATUM_PLANE      DTM2  2
PRT_DATUM_PLANE      DTM3  3

# PART INFORMATION
PRT_MODEL_NAME       Testat1
PRT_UNITS_LENGTH     MM
PRT_UNITS_MASS       KILOGRAM

# DRAWING INFORMATION

# Prüft ob die Formatvorlage einer aus der Sollliste entspricht. Dies #stellt die
Verwendung der Parameter für das Schriftfeld sicher.

DRW_FORMAT a0_haw_the
DRW_FORMAT a1_haw_the
DRW_FORMAT a2_haw_the
DRW_FORMAT a3_haw_the
DRW_FORMAT a4_haw_the
DRW_FORMAT a4_quer_din_the
DRW_FORMAT a4_quer_haw_the
DRW_FORMAT a4_quer_haw_the

# STANDARD LIST FILE NAMES
MC_REGEN_CONFIG_FILE      text/mc_regen.mcr
STD_HOLE_DIAM_FILE        text/holestestat1.txt
STD_USER_LIST_FILE        text/erlaubte_parameter_testat1.txt
# Folgende Parameter verweisen auf die Tabelle
# „erlaubte_parameter_testat1“ in dem Ordner config/text um ein
# Sollwertabgleich zu machen.
# Prüft ob der Prüfer einer Vorgabe aus der Liste gleicht.
PRT_PARAMETERPRUEFER STR EQ LIST_PRUEFER
DRW_PARAMETERPRUEFER STR EQ LIST_PRUEFER
# Prüft ob das Modul einer Vorgabe aus der Liste gleicht.
PRT_PARAMETERMODUL STR EQ LIST_MODUL
DRW_PARAMETERMODUL STR EQ LIST_MODUL
# Prüft ob die Bezeichnung einer Vorgabe aus der Liste gleicht.
PRT_PARAMETERBEZEICHNUNG STR EQ LIST_BEZEICHNUNG
DRW_PARAMETERBEZEICHNUNG STR EQ LIST_BEZEICHNUNG
# Prüft ob die Benennung einer Vorgabe aus der Liste gleicht.
PRT_PARAMETERBENENNUNG STR EQ LIST_BENENNUNG
DRW_PARAMETERBENENNUNG STR EQ LIST_BENENNUNG
# Prüft ob die Matrikelnummer mit einem S bzw. s anfängt und 7 Zahlen folgen
PRT_PARAMETERIDNR STR EQ LIST_IDNR
DRW_PARAMETERIDNR STR EQ LIST_IDNR
# Prüfung ob die Laborgruppe mit einer Zahl beginnt und zwei Zahlen folgen
PRT_PARAMETERLABORGRUPPE STR EQ $$$
DRW_PARAMETERLABORGRUPPE STR EQ $$$
# Prüfung ob in dem Feld Name etwas eingetragen wurde.
PRT_PARAMETERBEARBEITER STR EQ ?*
DRW_PARAMETERBEARBEITER STR EQ ?*
# Prüft ob alle Symbole auf der Zeichnung den folgenden Namen haben
DRW_SYMBOL ANSICHTEN_NACH_DIN
# Prüft ob der Dateiname der Zeichnung den Sollwerten entspricht
DRW_MODEL_NAME EQ testat1
DRW_MODEL_NAME EQ TESTAT1
# Prüft ob der Dateiname der Zeichnung gleich dem des verwendeten Parts ist
DRW_MODEL_NAME EQ FIRST_MODEL
```

Checkdatei des ersten Testats

```
! E      Check the item.  If not succeed, report as an error
! W      Check the item.  If not succeed, report as a warning
! N      Do not check the item.
! Y      Check the item.  If not succeed, do not report err or warn
!
! "I" = Interactive
! "B" = Batch
! "R" = Regeneration
! "S" = Save
```

```
! -----
#          Options              "I"      "B"      "R"      "S"      "M"
! -----
```

```
! -----
# Options                (Y/N/E/W)          (N/E/W)
#                        (Y/N/E/W)          (N/E/W)
! -----
```

PART REPORT CONFIGURATION

BURIED_FEAT	YNEW	E	N	N	N	N
CHILDREN_EXIST	YNEW	E	N	N	N	N
COSMETIC_FEAT	YNEW	Y	N	N	N	N
CYL_CUT_SLOTS	YNEW	E	N	N	N	N
CYL_DIAMS	YNEW	E	N	N	N	N
DATUM_RENAME	YNEW	W	N	N	N	N
DEFAULT_CHILD	YN	Y	N	N	N	N
DEPENDENT_FEATURE	YNEW	Y	N	N	N	N
DTM_AXES_INFO	YN	Y	N	N	N	N
DTM_CSYS_INFO	YN	Y	N	N	N	N
DTM_PLANE_INFO	YN	Y	N	N	N	N
DTM_POINT_INFO	YN	Y	N	N	N	N
DUPLICATE_MODELS	YNEW	W	N	N	N	N
EARLY_CHAMFER	YNEW	E	N	N	N	N
EARLY_DRAFT	YNEW	Y	N	N	N	N
EXTERNAL_DEPS	YNEW	W	N	N	N	N
EXTRA_PARAMS	YNEW	Y	N	N	N	N
FEATURE_INFO	YN	Y	N	N	N	N
FILE_SIZE	YN	Y	N	N	N	N
FREEFORM	YN	Y	N	N	N	N
HOLE_DIAMS	YNEW	E	N	N	N	N
INCOMPLETE_FEAT	YNEW	E	N	N	N	N
LAYER_DISPSTAT	YNEW	W	N	N	N	N
LAYER_EXT_ITEMS	YNEW	W	N	N	N	N
LAYER_INFO	YN	Y	N	N	N	N
LAYER_STATUS	YNEW	W	N	N	N	N
LAYOUT_INFO	YN	Y	N	N	N	N
MEMORY_SPACE	YN	Y	N	N	N	N
MERGE_FEAT	YNEW	Y	N	N	N	N
MODEL_NAME	YNEW	E	N	N	N	N
NAMED_FEAT	YN	Y	N	N	N	N
OVERALL_SIZE	YN	Y	N	N	N	N
PARAM_INFO	YN	Y	N	N	N	N
PARAMCHECK	YNEW	E	N	N	N	N
PLANE_CHILD	YNEW	Y	N	N	N	N
PLANE_PARENT	YNEW	E	N	N	N	N

PRO_VERSION	YNEW	W	N	N	N	N
RC_INCOMPLETED	YNEW	Y	N	N	N	N
REG_FEATURES	YN	Y	N	N	N	N
REGEN_ERRS	YNEW	E	N	N	N	N
REGEN_WRNS	YNEW	W	N	N	N	N
RELATION_ERRS	YNEW	W	N	N	N	N
RELATION_INFO	YN	Y	N	N	N	N
RELATION_MISS	YNEW	Y	N	N	N	N
RELATION_MULT	YNEW	W	N	N	N	N
RENAMED_SYMBOLS	YN	Y	N	N	N	N
ROUND_CHILD	YNEW	E	N	N	N	N
SKETCH_ITEMS	YNEW	E	N	N	N	N
UNITS_LENGTH	YNEW	Y	N	N	N	N
UNITS_MASS	YNEW	Y	N	N	N	N
VIEW_INFO	YN	Y	N	N	N	N
XSEC_INFO	YN	Y	N	N	N	N

DRAWING REPORT CONFIGURATION

BOUND_INFO	YNEW	E	N	N	N	N
DEFAULT_VIEWS	YNEW	W	N	N	N	N
DRAFT_GEOM	YNEW	W	N	N	N	N
DRAWING_LAYERS	YNEW	E	N	N	N	N
DRAWING_PARAMS	YNEW	E	N	N	N	N
ERASED_VIEWS	YNEW	W	N	N	N	N
MODELS_USED	YN	Y	N	N	N	N
OVERLAP_INFO	YNEW	E	N	N	N	N
PARAMS_USED	YNEW	Y	N	N	N	N
REGEN_DIMS	YNEW	E	N	N	N	N
SHEET_SIZE_INFO	YN	Y	N	N	N	N
STD_SYMBOLS	YNEW	E	N	N	N	N
SYMBOL_INFO	YN	Y	N	N	N	N
TITLE_INFO	YNEW	Y	N	N	N	N
UNUSED_MODELS	YNEW	E	N	N	N	N
UNUSED_SHEETS	YNEW	W	N	N	N	N
VIEW_SCALE	YNEW	W	N	N	N	N
DIM_OVERWRITE	YNEW	Y	N	N	N	N
DRAWING_NAME	YNEW	Y	N	N	N	N
FORMAT_NAME	YNEW	E	N	N	N	N
NOTE_INFO	YN	Y	N	N	N	N
NUM_DRAW_SHEETS	YNEW	Y	N	N	N	N
BURIED_SUSPECT	YNEW	Y	N	N	N	N
CHAMFER_CHILD	YNEW	Y	N	N	N	N
CHILD_EXT_FAILED_FEATURES	YNEW	Y	N	N	N	N
CHILD_FAILED_FEATURES	YNEW	Y	N	N	N	N
DESIGNATED_ATTR	YNEW	Y	N	N	N	N
DRAFT_CHILD	YNEW	Y	N	N	N	N
EARLY_COSMETIC	YNEW	Y	N	N	N	N
EARLY_ROUND	YNEW	Y	N	N	N	N
FAILED_FEATURES	YNEW	Y	N	N	N	N
FAILED_COMPONENTS	YNEW	Y	N	N	N	N
FLEXIBLE_MODELING_FEATURES	YNEW	Y	N	N	N	N
GEOM_CHECKS	YNEW	Y	N	N	N	N
LAYER_DTM_BLANK	YNEW	Y	N	N	N	N
LAYER_ITEMS	YNEW	Y	N	N	N	N
REGEN_SREPS	YNEW	Y	N	N	N	N
REGEN_XSEC	YNEW	Y	N	N	N	N
SEARCH_DUP_MODELS	YNEW	Y	N	N	N	N

Inhalt der Textdateien

LIST_MODUL Labor MZ/CAD
LIST_MODUL Labor MZ
LIST_MODUL Labor CAD

LIST_PRUEFER Dipl.-Ing. Theel
LIST_PRUEFER Dipl.-Ing. Kolarova
LIST_PRUEFER M. Eng. Schorbach
LIST_PRUEFER Prof. Dr.-Ing. Schelberg
LIST_PRUEFER Prof. Dr.-Ing. Noack
LIST_PRUEFER Prof. Dr.-Ing. Usbeck

LIST_BEZEICHNUNG Spannplatte
LIST_BEZEICHNUNG SPANNPLATTE

LIST_IDNR s#####
LIST_IDNR S#####

LIST_BENENNUNG TESTAT1
LIST_BENENNUNG TESTAT 1
LIST_BENENNUNG Testat1
LIST_BENENNUNG Testat 1

LIST_DRAWINGNAME testat1.drw
LIST_DRAWINGNAME TESTAT1.drw

ModelCHECK Standard Hole Size File
#

UNIT MM
8 8
13 13

1 CREO-Konfiguration offline

Mit dieser Beschreibung können Sie die CREO-Konfiguration der HAW-PCs auf Ihren Heim-Rechner übertragen. Es gibt eine Vielzahl von Möglichkeiten, die hier aufgeführte Variante ist sicher und mit wenig Anpassungen verbunden. Sie bildet Teile der Verzeichnisstruktur der HAW-Rechner auf Ihrem eigenen Heim-PC ab und Sie arbeiten mit den bekannten Laufwerksnamen wie an der HAW.

1.1 Vorbereitung

In den Modell- und Zeichnungsdateien der CAD-Software CREO wird verschlüsselt gespeichert, wer jeweils an der Datei gearbeitet hat. Es wird jeweils der WINDOWS-Benutzername und der Rechnername in einer Liste protokolliert. Wenn nun eine Aufgabe in Eigenarbeit gelöst werden soll, so wäre es gut, dass in der Dateiverlaufstunde nur der Name erscheint, den Sie auch an der HAW verwenden. Und das ist der 6-stellige Benutzeraccount, mit dem Sie sich bei HELIOS und auch an den PCs im Rechenzentrum anmelden.

Schritt 1 Erstellen Sie also unter WINDOWS ein Benutzerkonto mit dem Namen Ihres Benutzeraccounts an der HAW und melden Sie sich unter diesem Namen an.

1.2 Durchführung

Voraussetzung: Windows 7, installiertes CREO 3.0, freie Laufwerke h:\ und p:\ (d.h. sie sind nicht vom einem USB-Stick belegt oder mit einem Netzwerklaufwerk verbunden) und Schreibrechte für den (Windows-)Desktop.

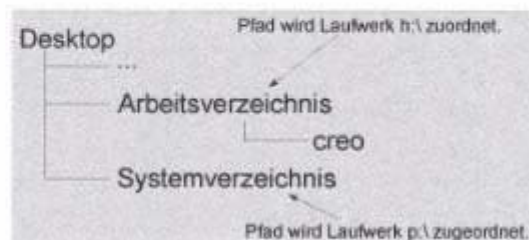
Schritt 2 Begeben Sie sich in einen PC-Raum des Departments Maschinenbau und Produktion und kopieren Sie das Verzeichnis p:\the auf einen USB-Stick (ca. 50MB Platzbedarf).

Schritt 3 Gewährleisten Sie, dass auf dem Zielrechner die Laufwerksbuchstaben h:\ und p:\ frei sind.

Schritt 4 Starten Sie vom USB-Stick die Datei `konfig_the.bat` per Doppelklick. Sie befindet sich im Unterverzeichnis `the`, den Sie unter Schritt 2 kopiert haben.

Diese Batchdatei erstellt auf dem Desktop die Ordner Systemverzeichnis und Arbeitsverzeichnis mit dem Unterordner `creo`.

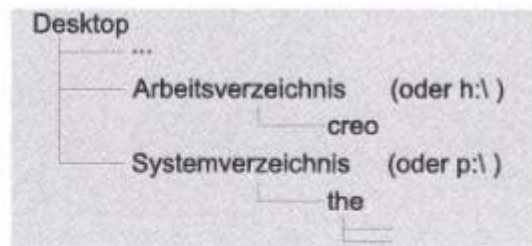
Weiterhin wird das virtuelle Laufwerk h:\ bereitgestellt, welches mit dem Pfad `~\Desktop\Arbeitsverzeichnis` verknüpft ist.



h:\ ist äquivalent zum verknüpften Verzeichnis, das virtuelle Laufwerk und der Verzeichnispfad verhalten sich identisch.

Zum anderen wird das virtuelle Laufwerk p:\ bereitgestellt, welches mit dem Pfad ~\Desktop\Systemverzeichnis verknüpft ist.

Schritt 5 Kopieren Sie nun den Ordner the vom USB-Stick in das Systemverzeichnis (oder in das Laufwerk p:\). Rechts sehen Sie die Struktur.



Schritt 6 Begeben Sie sich ins Verzeichnis p:\the und starten Sie CREO per Doppelklick auf die Verlinkung start_creo_dt oder start_creo_eng .

Schritt 6 Sollte Creo (mit deutscher Dialogsprache) nicht starten, editieren Sie mit einem Texteditor die Datei thedt.bat (siehe Verzeichnis p:\the\creo3) und kontrollieren Sie folgenden Programmpfad:

```
call "C:\Program Files\PTC\Creo 3.0\M030\Parametric\bin\parametric.exe"
```

Sollten Sie Creo an einen anderen Ort installiert haben, so passen Sie die obere Zeile an. Falls Sie die englische Version verwenden, kontrollieren Sie die Datei theen.bat.

Beim Neustart von Windows muss unter ~\Desktop\Systemverzeichnis die Datei konfig_the.bat abermals gestartet werden.

Sollte folgender Startbildschirm erscheinen, so war die obere Aktion erfolgreich:

http://kjp-zet.mp.haw-hamburg.de/the/

Login-Prozedur x PTC - Creo3 Academic - Start x

Willkommen im Uploadbereich des MZ-CAD-Labors

Anmeldung mit Haw-Mailer-Account:

Username:

Kennwort:

Leere Zeichnungsrahmen zum Ausdrucken
(z.B. im Raum F334):

- [DINA4 hochkant](#)
- [DINA4 quer](#)
- [DINA3 quer](#)
- [DINA4 Stickliste](#)



Erklärung zur selbstständigen Bearbeitung einer Abschlussarbeit

Gemäß der Allgemeinen Prüfungs- und Studienordnung ist zusammen mit der Abschlussarbeit eine schriftliche Erklärung abzugeben, in der der Studierende bestätigt, dass die Abschlussarbeit „– bei einer Gruppenarbeit die entsprechend gekennzeichneten Teile der Arbeit [(§ 18 Abs. 1 APSO-TI-BM bzw. § 21 Abs. 1 APSO-INGI)] – ohne fremde Hilfe selbstständig verfasst und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt wurden. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quellen kenntlich zu machen.“

Quelle: § 16 Abs. 5 APSO-TI-BM bzw. § 15 Abs. 6 APSO-INGI

Dieses Blatt, mit der folgenden Erklärung, ist nach Fertigstellung der Abschlussarbeit durch den Studierenden auszufüllen und jeweils mit Originalunterschrift als letztes Blatt in das Prüfungsexemplar der Abschlussarbeit einzubinden.

Eine unrichtig abgegebene Erklärung kann -auch nachträglich- zur Ungültigkeit des Studienabschlusses führen.

Erklärung zur selbstständigen Bearbeitung der Arbeit

Hiermit versichere ich,

Name: Schaper

Vorname: Nils

dass ich die vorliegende Bachelorarbeit bzw. bei einer Gruppenarbeit die entsprechend gekennzeichneten Teile der Arbeit – mit dem Thema:

Entwicklung eines automatischen Prüfverfahrens für Creo-Modelle im Maschinenbaustudium

ohne fremde Hilfe selbstständig verfasst und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quellen kenntlich gemacht.

- die folgende Aussage ist bei Gruppenarbeiten auszufüllen und entfällt bei Einzelarbeiten -

Die Kennzeichnung der von mir erstellten und verantworteten Teile der -bitte auswählen- ist erfolgt durch:

Hamburg

Ort

4.8.2016

Datum

Unterschrift im Original