

Projektmodul Produktentwicklung PREN 18/19

Aufgabenstellung PREN 1 Herbstsemester 2018

5. September 2018
Adrian Omlin

Hochgeschwindigkeitsschienenfahrzeug

1	Einleitung	2
2	Aufgabe	2
2.1	Ausblick auf PREN 2	2
3	Randbedingungen	3
3.1	Gleisstrecke	3
3.2	Elektrische Speisung	3
3.3	Portal, Lichtraumprofil	4
3.4	Signale	4
3.5	Transportgut	5
3.6	Zu realisierendes Fahrzeug	5
3.7	Wettbewerbskriterien	6
3.8	Material und Beschaffung	7
3.9	Kosten	7
4	Ausführung und Bewertung PREN 1	8

Modulverantwortlicher: Haack Carsten

Fachliche Begleitung:

- De Angelis Marco
- Haack Carsten
- Hofstetter Jörg
- Kamps Rolf
- Kirchhofer Pierre
- Koller Thomas
- Kurmann Hans
- Lustenberger Stefan
- Mettler Rolf
- Omlin Adrian
- Thalmann Markus
- Vogel Martin

Version	Datum	Änderung	Verantwortlich
1	17.9.18	Ersterstellung	A. Omlin

1 Einleitung

Die aktuellen Herausforderungen in der Produktentwicklung lassen sich meist nicht mehr von einer einzelnen Disziplin lösen. Deshalb erarbeiten an der Hochschule Luzern - Technik & Architektur Teams aus Studierenden der Studiengänge Elektrotechnik, Informatik und Maschinentechnik Lösungen zu einer interdisziplinären, exemplarischen Aufgabenstellung.

In PREN 1 im Herbstsemester erarbeitet jedes Team ein Lösungskonzept. In PREN 2 im folgenden Frühlingsemester bauen die Teams basierend auf ihrem Lösungskonzept ein Funktionsmuster, um die Tauglichkeit des Konzepts zu beweisen.

Zentral in PREN ist die strukturierte, professionelle Projektabwicklung unter Anwendung des in Kontext 1 und 2 sowie in den fachspezifischen Modulen Gelernten. Die Arbeit soll in späteren Projektaufgaben als Beispiel für die Vorgehensweise und die Projektdokumentation dienen.

2 Aufgabe

Im HS18 und FS19 realisieren Sie ein Schienenfahrzeug, das mit hoher Geschwindigkeit eine Gleisstrecke befährt. Unterwegs muss das autonom arbeitende Fahrzeug eine Last aufnehmen, Signale erkennen und zum Schluss möglichst präzise anhalten.

Die Hauptaufgabe in PREN 1 ist das Erarbeiten eines Konzeptes. Aus diesem Gesamtkonzept soll auch im Detail ersichtlich sein, wie das Gesamtfunktionsmuster, das Sie in PREN 2 realisieren werden, aufgebaut sein wird.

Der Lösungsansatz für einzelne kritische Teilprobleme soll in PREN 1 durch den Aufbau von Teilfunktionsmustern verifiziert werden.

2.1 Ausblick auf PREN 2

In PREN 2 wird das Schienenfahrzeug basierend auf dem in PREN 1 erarbeiteten Lösungskonzept aufgebaut und ausgetestet.

Als Höhepunkt findet im Rahmen des Kompetenznachweises im Sommer 2019 ein Wettbewerb statt, an dem Sie Ihr Fahrzeug mit denen der anderen Teams messen. Ein Teil der Bewertungspunkte (10 bis 20% der Gesamtpunktzahl von PREN 2) wird entsprechend dem Wettbewerbserfolg vergeben. Bewertet werden die Rundenzeit, das Aufladen und Transportieren der Last, die Signalerkennung und die Präzision beim Anhalten.

3 Randbedingungen

3.1 Gleisstrecke

Das Gleis, auf dem sich das Schienenfahrzeug bewegen wird, hat 45 mm Spurweite (Spur I).

Es gibt Geraden, Links- und Rechtskurven. Die Kurvenradien liegen zwischen 80 cm und 150 cm.

Zum Streckenaufbau werden handelsübliche Modellbahngeleise des Herstellers Märklin verwendet. Es werden gerade Gleisstücke und gebogene Gleisstücke mit konstantem Radius eingesetzt. Dadurch erfolgt der Übergang von Geraden zu Kurven nicht kontinuierlich. Die Kurven weisen keine Überhöhung auf. Es ist möglich, dass unmittelbar auf Rechtskurven Linkskurven folgen und umgekehrt. Es darf davon ausgegangen werden, dass die Gleise möglichst sorgfältig verlegt werden. Trotzdem ist mit kleinen Übergangsstössen zwischen den Gleisstücken zu rechnen.

Links des Gleises sind Signale angebracht.

Portale begrenzen das Lichtraumprofil. Diese Portale werden nur bei geraden Gleisstücken angebracht. In den Kurven darf das Lichtraumprofil überschritten werden.

Abbildung 1 zeigt einen möglichen Gleisaufbau. Eingezeichnet sind auch mögliche Positionen der Portale und der Signale.

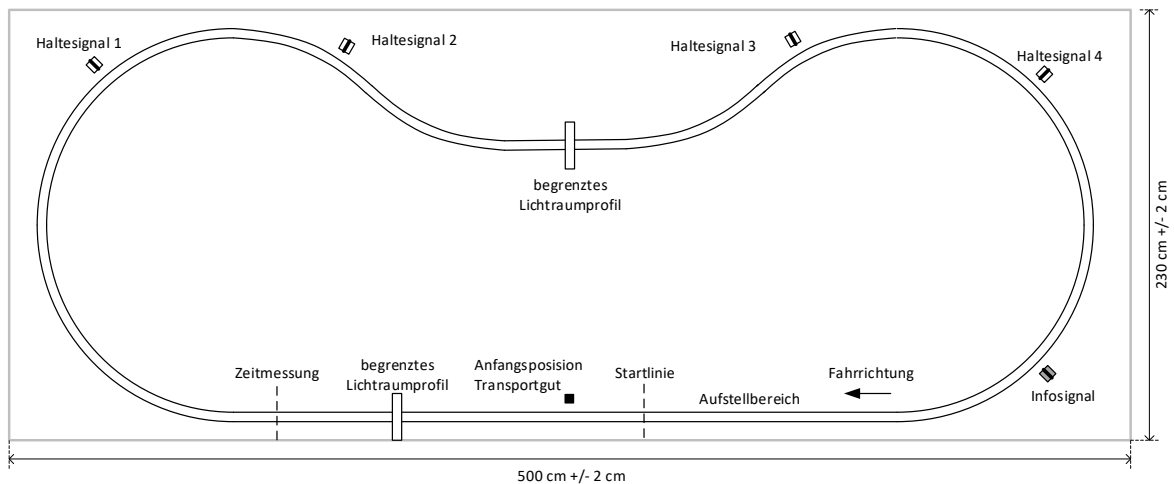


Abbildung 1: Anlage mit möglichem Gleisplan. Draufsicht, nicht massstäblich

Die Anlage darf nicht verändert werden. Es dürfen beispielsweise keine weiteren Markierungen, Führungsschienen oder Navigationsmittel angebracht werden. Selbstverständlich darf die Anlage auch nicht beschädigt werden.

Die Grundplatte der Anlage ist aus Spanplatten aufgebaut. Die Oberfläche ist roh oder grau gestrichen. Es können auch andere Farbreste vorhanden sein.

3.2 Elektrische Speisung

Die Schienen sind elektrisch gespeist. Zwischen den beiden Schienen liegt eine DC-Spannung von 20 V +/- 2 V an. Der maximal zulässige Strom beträgt 3 A. Ein Rückspeisen von Bremsenergie ist nicht möglich.

3.3 Portal, Lichtraumprofil

Das Lichtraumprofil beschreibt die Hindernisfreiheit eines Fahrweges (Querebene zur Fahrrichtung). Die Grösse der Durchfahrt durch die Portale entspricht mindestens diesem Lichtraumprofil.

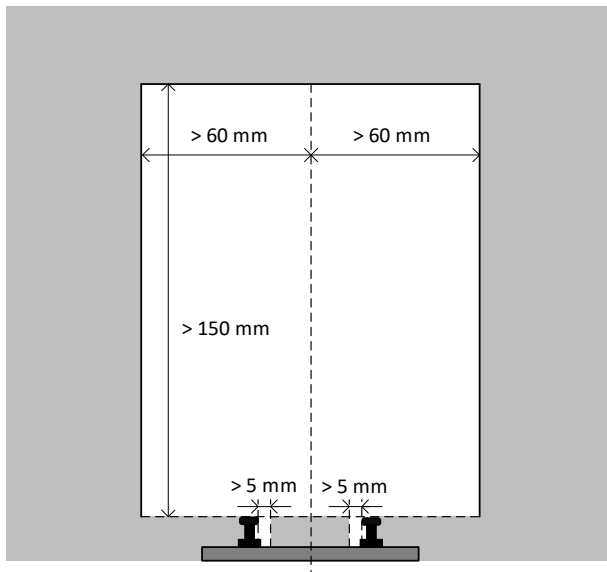


Abbildung 2: Lichtraumprofils, nicht massstäblich

Portale sind nur auf geraden Gleisabschnitten zu finden. In Kurven darf das oben dargestellte Profil seitwärts überschritten werden. In Richtung Kurvenmittelpunkt beträgt der hindernisfreie Raum mindestens 20 cm, nach Aussen sind es 8 cm. Die Masse beziehen sich auf die Mitte der Gleise. Nach oben und unten bleibt das Lichtraumprofil auch in Kurven gemäss obiger Abbildung beschränkt: Nach oben sind es 150 mm, nach unten darf die Fläche durch die Schienenoberkanten nicht unterschritten werden.

3.4 Signale

Es gibt zwei Typen von Signalen. Das hohe Signal vermittelt eine Information und wird als Infosignal bezeichnet. Niedere Signale markieren die Haltepositionen und werden als Haltesignale bezeichnet.

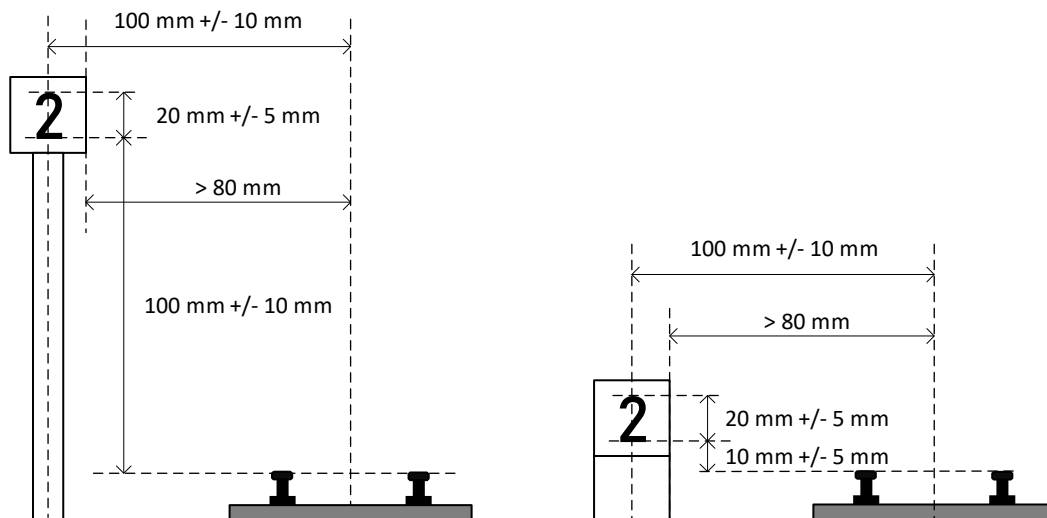


Abbildung 3: Signaltypen: links Infosignal, rechts Haltesignal, nicht massstäblich

Die Signale zeigen eine einstellige, arabische Ziffer. Die Ziffer ist dunkel auf hellem Grund oder weiss auf dunklem Grund.

Die Ziffer auf dem Infosignal zeigt an, bei welchem der Haltesignale die Spitze des Fahrzeugs am Ende der Fahrt zum Stillstand kommen soll.

3.5 Transportgut

Das Transportgut, das vom Fahrzeug aufgenommen und transportiert werden muss, ist aus Holz und hat eine Seitenlänge von 5 cm \pm 0.5 cm. Oben in der Mitte ist ein metallener, magnetischer Hacken angebracht. Die Öffnung dieses Hakens hat einen Innendurchmesser von 1 cm.

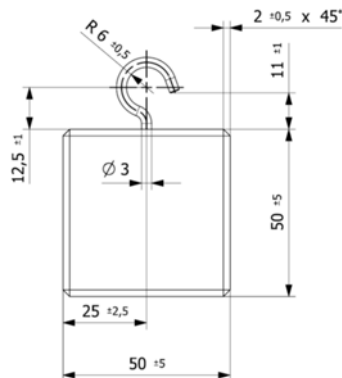


Abbildung 4: Transportgut

Der Würfel liegt rechts neben der Strecke zur Aufnahme bereit. Der Abstand von der Mitte des Würfels zur Gleismitte beträgt 8 cm \pm 1 cm. Die Ausrichtung ist parallel zu den Schienen mit einer Toleranz von \pm 5°.

Die Öffnung des Hakens zeigt entgegen der Fahrrichtung. Die Toleranz beträgt \pm 10°.

3.6 Zu realisierendes Fahrzeug

Das Schienenfahrzeug muss eine Eigenkonstruktion sein. Einzelne Komponenten wie z.B. Radsätze oder auch ganze Achsen, Antriebsmotoren, ein Mikrocontrollerboard oder eine Kamera dürfen zugekauft und eingesetzt werden.

Das Fahrzeug muss die Aufgabe autonom bewältigen. Sobald das Startsignal erteilt wurde, dürfen keine Eingriffe mehr vorgenommen werden. Insbesondere muss das Fahrzeug die Signale selbständig erkennen und selbständig beim richtigen Haltesignal anhalten. Zum Starten darf das Gerät berührt werden (z.B. Startknopf auf dem Gerät). Ein automatischer Start oder ein Start über Funk ist natürlich eleganter.

Es ist nicht erlaubt, das Fahrzeug von einem stationären Rechner aus zu steuern. Auch müssen sich eine allfällige Kamera und andere Sensoren auf dem Fahrzeug befinden.

Das Fahrzeug muss mit einer Vorrichtung zum Messen und Aufzeichnen der Geschwindigkeit sowie der Quer- und Längsbeschleunigung ausgerüstet sein. Die Messwerte sollen in die Entwicklung, Optimierung und Verifizierung des Konzepts einbezogen werden.

Das Fahrzeug darf aus mehreren miteinander verbundenen Wagen bestehen. Die Achsenzahl und die Länge des Fahrzeuges sind nicht beschränkt. Das Fahrzeug muss aber vernünftig handhabbar sein. Für die Zeitmessung und die Halteposition gilt die Front des Fahrzeugs respektive des Zuges.

Das Fahrzeug darf während der Fahrt nur die Schienen und das Transportgut berühren. Insbesondere müssen die Portale und Signale ohne Berührung passiert werden.

Das Fahrzeug muss in der Lage sein, das Transportgut aufzuladen und zu transportieren.

Wird kurz nach dem Passieren des Infosignals die erkannte Zahl akustisch wiedergegeben, können zusätzliche Punkte geholt werden. Die akustische Wiedergabe muss gut erkennbar sein. Eine übertriebene Lautstärke ist unzulässig.

Die für das Fahrzeug benötigte elektrische Energie soll über das Gleis bezogen werden.

Das Fahrzeug soll auf hohe Geschwindigkeit, insbesondere bei Kurvenfahrt, optimiert werden. Wir erwarten im Schlussbericht von PREN 1 ein Kapitel «Grenzgeschwindigkeit», das die Analyse der erreichbaren Geschwindigkeit mit Zahlenwerten zusammenfasst.

3.7 Wettbewerbskriterien

Am Wettbewerb anlässlich des Kompetenznachweises in PREN 2 haben Sie vor dem Start maximal 2 Minuten Zeit, um das Fahrzeug aufzugleisen und startklar zu machen. Während dieser Zeit ist noch nicht klar, wo das Infosignal und die Haltesignale stehen.

Die maximal zulässige Zeit inklusive Anhalten beträgt 4 Minuten. Nach dieser Zeit wird der Vorgang abgebrochen.

Das Startsignal erfolgt akustisch durch Zählen („Drei, Zwei, Eins, Start!“).

Wird das Fahrzeug nach dem Start berührt oder wird sonst irgendwie eingegriffen, wird der Durchgang abgebrochen und mit null Punkten bewertet.

Folgende Kriterien werden gewertet:

- Zeit für das Fahren von zwei Runden (inkl. Signalerkennung)
- Aufnahme und Transport des Transportgutes
- Erkennen des Signals und akustische Wiedergabe
- Präzises Anfahren der Halteposition

Die **Zeit** wird mit einer Lichtschranke oder von Hand gemessen. Gemessen werden zwei Runden, bei denen das Signal erkannt werden muss. Das schnellste Team erhält **10 Punkte**, das langsamste 0 Punkte für die Zeitwertung. Dazwischen werden die Punkte proportional zur Zeit verteilt. Die Zeit zum Aufnehmen der Last und zum präzisen Anfahren der Halteposition wird nicht gewertet. Die Aufgabe muss aber in der Gesamtzeit von 4 Minuten abgeschlossen sein.

Für das **Aufnehmen der Last** gibt es **2 Punkte**. Natürlich nur, wenn diese bis zum Anhalten auf dem Fahrzeug bleibt.

Das **Erkennen der Zahl** auf dem Infosignal und die korrekte, zeitnahe akustische Darstellung ergibt maximal **2 Punkte**.

Das **genaue Anhalten** beim richtigen Haltesignal ergibt maximal **2 Punkte**. Wird das Signal überfahren, gibt es 0 Punkte. Steht die Front des Fahrzeugs maximal 10 cm vor dem richtigen Signal, gibt es einen Punkt. Ist der Abstand maximal 2 cm, gibt es 2 Punkte.

Wird ausser den Schienen und dem Transportgut etwas berührt, gibt es einen **Punkteabzug**.

Maximal sind also 16 Wettbewerbspunkte möglich (Bestzeit, Transportgut aufgenommen und transportiert, Zahlenwert des Signals richtig wiedergegeben, präzises Anhalten, keinen Punkteabzug).

Gemäss diesen Wettbewerbspunkten wird die Rangliste erstellt. Die Punkte, die in die Notengebung für den Kompetenznachweis PREN 2 einfließen, werden entsprechend der Rangierung bestimmt. Sie sind also nicht identisch mit diesen Wettbewerbspunkten. Die Umrechnungstabelle, die zeigt, welcher Rang wie viele Punkte für die Notengebung ergibt, wird in PREN 2 bekanntgegeben.

3.8 Material und Beschaffung

Wird bereits in PREN 1 für Tests oder für den Aufbau von Funktionsmustern Material benötigt, so kann der Kauf beim betreuenden Dozierenden beantragt werden. Der Entscheid zur Beschaffung obliegt dem betreuenden Dozenten oder dem Dozententeam.

Damit Sammelbestellungen getätigt werden können, soll das beschaffte Material vorzugsweise von folgenden Lieferanten kommen:

- Conrad Electronic
- Distrelec
- Mädlar
- Farnell

Wenn nötig, kann Material auch bei andern Lieferanten bestellt werden.

Wird Material vom Team selber eingekauft, können die Kosten zurückgefordert werden. Das ist nur bei Abgabe des Originals des Kaufbeleges möglich. Eine selbst getätigte Materialbestellung muss auf die Privatadresse erfolgen. Es darf kein Material auf den Namen der Hochschule Luzern Technik & Architektur beschafft werden.

Wird Material im Ausland bestellt, ist zu beachten, dass die Lieferkosten und die Zollgebühren sehr hoch sein können und dass oft beträchtliche Lieferzeiten bestehen.

Die Hochschule hat aus ehemaligen PREN-Durchführungen einiges an Material an Lager wie Servoantriebe, DC- und Schrittmotoren (detaillierte Liste siehe ILIAS). Dieses Material kann ausgeliehen werden.

3.9 Kosten

Für den Bau der Teilfunktionsmuster in PREN 1 und für die Realisierung des Systems in PREN 2 stehen Ihnen als Team insgesamt CHF 500.- zur Verfügung. Davon dürfen maximal CHF 200.- in PREN 1 ausgegeben werden.

Aus diesem Betrag müssen sämtliche Kaufteile sowie allfällige Software bezahlt werden. Die Kosten für Normteile wie Schrauben, Lager, Rohmaterial, Widerstände, Kondensatoren usw. werden nicht verrechnet, sofern die Teile gemäss Lagerliste in den Werkstätten der HSLU T&A am Lager sind. (Detaillierte Liste siehe ILIAS).

Die Verwendung von „gesponserten“ Komponenten ist möglich. Um kein Team zu benachteiligen, werden diese Komponenten, auch wenn der HSLU keine Auslagen entstehen, mit einem realistischen Preis in die Kostenrechnung einbezogen.

Private Laptops, Computer, Smartphones und Tablets fallen nicht in die Kostenrechnung. Verwendete Netz- und Ladegeräte fallen ebenfalls nicht in die Kostenrechnung, ausser wenn Sie extra für diese Anwendung beschafft und von der Hochschule Luzern bezahlt werden.

Das von der HSLU zum Bau der Teilfunktionsmuster ausgeliehene Material wird ebenfalls verrechnet, und zwar zum halben Listenpreis. Sobald Sie das Material in einwandfreiem Zustand zurückgeben, wird Ihnen der entsprechende Betrag wieder gutgeschrieben. Wenn Sie das Material in PREN 2 verwenden möchten, wird es Ihnen ebenfalls zum halben Kaufpreis verrechnet.

Die Nutzung von freien Softwarekomponenten oder –services ist zulässig und belastet die Kostenrechnung nicht.

Es können Bauteile im Rapid Prototyping Verfahren mit dem 3D-Drucker (FDM Verfahren, Werkstoff ABS) der HSLU - T&A hergestellt werden. Das mit externen 3D-Druckern verarbeitete Material kann nicht vergütet werden.

Für Arbeiten am Gerät steht Ihnen die PREN-Werkstatt im Labortrakt zur Verfügung.

Im Fablab lässt sich mit einem Lasergerät Plexiglas und Holz zuschneiden.

Die Kosten für die Arbeitszeit von Mitarbeitenden der HSLU - T&A zur Herstellung von Teilen sind in den oben erwähnten CHF 500.- nicht mit eingerechnet.

Jedem Team stehen für PREN 1 und PREN 2 zusammen folgende Hilfen zur Verfügung:

- maximal 25 h Maschinenlaufzeit des 3D-Druckers
- maximal 1 h Maschinenlaufzeit des Lasergeräts
- maximal 10 Arbeitsstunden des Werkstattpersonals Elektrotechnik
- maximal 10 Arbeitsstunden des Werkstattpersonals Maschinentechnik

4 Ausführung und Bewertung PREN 1

Neben der technischen Richtigkeit legen wir unser Augenmerk auch auf die professionelle Abwicklung des Projekts. Dazu gehören unter anderem:

- Kontinuierliche Projektplanung mit Vergleich von Planung und Realität
- Definition der Produkthanforderungen in einer Anforderungsliste
- Dokumentation der Technologierecherche
- Risikomanagement
- Erarbeiten von Lösungsvarianten und systematische Lösungsfindung
- Vollständige, verständliche und nachvollziehbare Dokumentation des Gesamtkonzepts inkl. Designüberlegungen und Kapitel «Grenzgeschwindigkeit» mit Zahlenwerten.

Die Arbeit muss in einem Projektbericht dokumentiert werden. Der Aufbau der Dokumentation basiert auf den Inputs aus dem Kontextmodul 1.

Für die Zulassung zum Kompetenznachweis müssen die folgenden Punkte erfüllt sein:

- Technologierecherche und Anforderungsliste (Testat 1 in SW4)
- Evaluation der Lösungsprinzipien und Auswahl der optimalen Lösungskombination(en) (Testat 2 in SW8)
- Freigabe des Gesamtkonzepts.
Dokumentation zu 80% fertig gestellt (Testat 3 in SW13)

Für den Kompetenznachweis werden die folgenden Kriterien mit der entsprechenden Gewichtung bewertet (PREN 1):

Kriterien	Gewichtung
Teamarbeit und Arbeitsweise Zusammenarbeit / Arbeitsplanung / Problemerkennung / Konfliktbewältigung / Systematik / Informationsbeschaffung / Interdisziplinarität / Projektmanagement / persönlicher Einsatz / Initiative / Effizienz / Arbeitsmenge	20 %
Resultate und Ergebnisse Innovationsgehalt / technische Machbarkeit / technische Richtigkeit / Einfachheit / Herstellbarkeit / sinnvoller Einsatz von Technologien / Vollständigkeit / Schnittstellen / Wirtschaftlichkeit / Nachvollziehbarkeit / Layout / Softwarearchitektur / Zuverlässigkeit / Ästhetik / Bedienbarkeit Technologierecherche / Produktanforderung (Teil-)Funktionsmuster	50 %
Dokumentation Formales / Aufbau / Integration der Disziplinen / Sprache / Vollständigkeit / Verständlichkeit / Glaubwürdigkeit / Kohärenz / Abbildungen / Tabellen / Quellenangaben	20 %
Präsentation Beginn / Schluss / Sprache / Inhalt / Verständlichkeit / Glaubwürdigkeit / Vorgehen / nonverbale Aspekte / Einsatz visueller Hilfsmittel	10 %

Wir erwarten eine Zusammenarbeit über die Grenzen der Disziplinen hinweg. Jede Disziplin muss einen nachweisbaren Beitrag zum Erfolg leisten.

Alle Mitglieder des Teams erhalten die gleiche Bewertung. In Ausnahmefällen können einzelne Teammitglieder separat bewertet werden.

Wird ein Team am Kompetenznachweis mit „FX“ bewertet, erhält es die Gelegenheit zur Nachbesserung. Das kann eine Teamaufgabe sein. Alle Teammitglieder erhalten in diesem Fall nach der Nachprüfung ein „F“ oder ein „E“. Es ist auch möglich, dass jedes Teammitglied zur Nachbesserung eine individuelle Aufgabe lösen muss. Nach der Nachprüfung wird für jedes Teammitglied einzeln entschieden, ob es ein „F“ oder ein „E“ erhält.