Gefährdungsbeurteilung Ebene 3:
Arbeiten an Versuchsanlagen sowie -aufbauten (E3-VA)

Gefährdungsbeurteilung für die Versuchsanlage: COCoS – Cavity Operando Conductivity Set-up

1 Angaben zur Organisationseinheit

Labor für Leitfähigkeit und Katalyse (ConCat)		
Institut für Werkstoffwissenschaften und -technologien, Fakultät III – Prozesswissenschaften		
Standort der Versuchsanlage: Gebäude BA, Raum 10a		
Verantwortliche Führungskraft:	Dr. Peter Kraus	
Kontakt (Tel.+Email):	peter.kraus@tu-berlin.de	
Sekr.: BA 3	Tel.: +49(0)30 314 77803	OKZ:

2 Beschreibung der Versuchsanlage und der Tätigkeiten

COCoS (Cavity Operando Conductivity Set-up) ist eine Versuchsanlage zur kontaktlosen Messung der dielektrischen Eigenschaften und der elektrischen Leitfähigkeit fester Katalysatorproben unter kontrollierter Gasatmosphäre und Temperatur.

Die Anlage besteht im Wesentlichen aus einem Aluminium-Mikrowellenresonator, einem Vektornetzwerkanalysator (PicoVNA), einer elektrischen Heizung mit Temperaturregelung (JUMO), einem Quarzreaktorrohr mit Quarzwolle, Massendurchflussreglern und Gasmischeinheiten (Bronkhorst und Alicat) sowie einer MCC-Einheit zur Temperaturmessung mittels Thermoelementen. Als Prozessgase werden N_2, O_2, synthetische Luft, CO_2, Ar sowie verdünnte H_2-, CH_4-, C_2H_6- und C_3H_8-Gemische eingesetzt.

Zu den Tätigkeiten gehören die Überprüfung und Vorbereitung der Anlage und Gasleitungen, Leer- und Kalibriermessungen, die Vorbereitung und Beladung von Feststoff- bzw. Pulverproben in das Quarzreaktorrohr, die Einstellung von Gasfluss und Temperatur, die Durchführung und softwaregestützte Überwachung der Messungen, der Probenwechsel sowie die Reinigung und das sichere Abschalten der Anlage.

3 Gefährdungen und Schutzmaßnahmen

Ausfüllhinweise:

1. Beurteilen Sie das Risiko mit den Schutzmaßnahmen, die zum Zeitpunkt der Beurteilung wirksam sind.

☺ Zustand von Sicherheit ist gegeben, vorhandenes Restrisiko ist hinnehmbar. Kein unmittelbarer Handlungsbedarf, jedoch die Sorgfaltspflicht, das Risiko auf einem niedrigen Niveau zu halten.

😐 Es besteht die realistische Möglichkeit eines Schadenseintritts. Es sollten zeitnah geeignete Maßnahmen zur Reduzierung des Risikos ergriffen werden.

☹ Ein Schadenseintritt ist in unmittelbarer Zukunft sehr wahrscheinlich. Es müssen dringend (d.h. sofort!) geeignete Maßnahmen zur Reduzierung des Risikos ergriffen werden.

2. Formulieren Sie auf der Maßnahmenliste (am Ende des Dokumentes), die von Ihnen durchzuführenden Maßnahmen zum Erreichen der Schutzziele.

3.1 Mechanische Gefährdungen

Ermittelte Gefährdungen *(Beschreibung)*	**Risiko** ☹	😐	☺	**Schutzmaßnahme**	**Handlungsbedarf** Ja	Nein
☒ Unkontrolliert bewegte Teile oder Medien (Getroffen oder gequetscht werden)	☐	☐	☒	☐ Not-Halt-Befehlseinrichtung ist vorhanden. ☐ Folgende trennende Schutzeinrichtung ist vorhanden: (z.B. Einhausung, Verkleidung, Einzäunung) ☒ In der Anlage verbaute Schläuche sind mit Schlauchschellen gesichert. ☒ Bei Bedarf stehen geeignete Spann- oder Haltevorrichtungen zum Fixieren bereit ☒ Hilfsmittel und Verfahren zur Prozessbeobachtung befinden sich an einem sicheren Standort ☒ Schutzbrillen werden getragen.	☐	☒
☒ Teile mit gefährlichen Oberflächen (sich schneiden oder stechen, sich stoßen)	☐	☐	☒	☒ Es ist ausreichend Arbeits- und Funktionsfläche an der Versuchsanlage vorhanden. ☒ Probenahmestellen, Stellen zum Ablesen von Parametern etc. sind gut zugänglich. ☒ Der Zugang zu Anlagenteilen, die gewartet werden müssen, ist ausreichend dimensioniert. ☒ Es ist ausreichend Standfläche auf Podesten u.ä. vorhanden. ☒ Schneiden- oder Kantenschutz ist vorhanden bzw. Kritische Stellen werden mit weichem Material abgepolstert. ☒ Die Aufbewahrung von scharfen, spitzen Gegenständen (z.B. Klingen) erfolgte in geeigneten Behältern. ☒ Die Entsorgung von scharfen, spitzen Gegenständen (z.B. Klingen) erfolgt in schnitt- und durchstichsicheren Behältern.	☐	☒

				☒ Geeignete Montagehandschuhe bzw. Schnittschutzhandschuhe werden bereitgestellt und das Benutzen veranlasst. ☐ Anstoßkappen werden bei den folgenden Tätigkeiten getragen: …		

Ermittelte Gefährdungen *(Beschreibung)*	**Risiko** ☹	😐	☺	**Schutzmaßnahme**	**Handlungsbedarf** Ja	Nein
☒ Stürzen, Ausrutschen, Stolpern, Umknicken	☐	☐	☒	☐ Unplanmäßig auslaufende Flüssigkeiten werden von Auffangwannen aufgefangen. ☐ Ausgelaufene Flüssigkeit werden sofort entfernt bzw. mit geeigneten Bindemittel aufgenommen. ☒ Keine Tätigkeiten mit Flüssigkeiten am Anlage. ☒ Kabel / Schläuche werden so verlegt, dass Sie die Verkehrswege nicht behindern (Kabelbrücken) ☐ Sicherheitsschuhe mit rutschhemmender Sohle werden getragen.	☐	☒
☒ Absturz	☐	☐	☒	☒ Es sind geeignete Hilfsmittel wie Leitern und Tritte vorhanden. Sehe GBU Ebene 2 Labor 10a. ☒ Wo es erforderlich ist, werden Podeste genutzt.	☐	☒

3.2 Elektrische Gefährdung

Ermittelte Gefährdungen *(Beschreibung)*	**Risiko** ☹	😐	☺	**Schutzmaßnahme**	**Handlungsbedarf** Ja	Nein
☒ Elektrische Körperdurchströmung	☐	☐	☒	☒ Not-Aus-Befehlseinrichtungen sind vorhanden und richtig positioniert. ☒ Elektrische Betriebsmittel werden bestimmungsgemäß verwendet. ☒ Anlagenteile mit gefährlicher, elektrischer Spannung sind entsprechend gekennzeichnet (W012 Warnung vor elektrischer Spannung) und der Zugriff auf fachkundige Personen begrenzt. ☒ Leitfähige und ableitfähige Gegenstände und Einrichtungen sind geerdet. ☒ Elektrische und elektronische Geräte und Betriebsmittel der Versuchsanlage werden vor Tropfwasser und Spritzwasser geschützt durch: • No running water connection in the lab. • No tasks involving liquids at this instrument. ☐ An der Versuchsanlage werden elektrische Betriebsmittel mit geeigneten Gehäuseschutz gegen Schmutz und Flüssigkeiten genutzt, mit folgender IP-Schutzart: … ☐ An der Versuchsanlage werden zum Schutz vor gefährlicher Spannung nur Geräte mit der folgenden Schutzklasse benutzt: … (I, II, III) ☒ RCD-Schutzschalter schalten bei gefährlichen Fehlströmen die Versuchsanlage ab. ☒ Schaltschränke werden nur von fachkundigem Personal gebaut und freigegeben. ☒ Elektrische Betriebsmittel werden regelmäßig geprüft. ☒ Sichtkontrolle der elektrischen Betriebsmittel erfolgt vor dem Benutzen. ☒ Reparaturen werden nur von Elektrofachkräften durchgeführt.	☐	☒
☒ durch Kurzschluss-Lichtbogen	☐	☐	☒	☒ Die 5 Sicherheitsregel der Elektrotechnik werden bei Reparatur, Umbau und bei jedem Eingriff beachtet: 1. Anlage freischalten; 2. Gegen Wiedereinschalten sichern; 3. Spannungsfreiheit feststellen; 4. Erden Kurzschließen; 5. Benachbarte unter Spannung stehende Teile abdecken oder absperren ☒ Reparaturen, Umbauten und Eingriffe in die Elektrik werden nur von Elektrofachkräften durchgeführt. ☒ Es wird geeignete PSA zur Verfügung gestellt und das Tragen veranlasst.	☐	☒

3.3 Gefährdungen durch Gefahrstoffe

Ermittelte Gefährdungen *(Beschreibung)*	Risiko ☹	Risiko 😐	Risiko ☺	Schutzmaßnahme	Handlungsbedarf Ja	Handlungsbedarf Nein
☒ Gefahrstoffe durch Einatmen von Gefahrstoffen	☐	☐	☒	☒ Die Exposition wird begrenzt durch eine technische Raumlüftung. ☒ Gefahrstoffe werden in geschlossenen Systemen gehandhabt/ verarbeitet. ☐ Austretende Stoffe werden wirkungsvoll an ihrer Entstehungsstelle erfasst (Punktabsaugung). ☒ Gaswarnanlagen zur Detektion von Gefahrstoffen ist vorhanden, siehe mitgeltende Gefährdungsbeurteilung Ebene 3: Gaswarnanlagen (E3-BM01). ☒ Siehe mitgeltenden Gefährdungsbeurteilung Ebene 3: Umgang mit Gefahrstoffe (E3-GS).	☐	☒
☒ Gefahrstoffe durch Hautkontakt von Gefahrstoffen	☐	☐	☒	☒ Gefahrstoffe werden in geschlossenen Systemen gehandhabt/ verarbeitet. ☒ Unplanmäßig austretende Gefahrstoffe werden in einer Auffangwanne aufgefangen. ☒ Chemikalienschutzhandschuhe werden bereitgestellt und sind auf die Gefahrstoffe abgestimmt. ☒ Schutzhandschuhe sind in den passenden Größen und in ausreichender Menge vorhanden. ☐ Ein Waschplatz ist vorhanden. ☒ Es steht ein aktueller Hautschutzplan (Schutz, Reinigung und Pflege) und die notwendigen Hautpflegeprodukte zur Verfügung.	☐	☒
☒ durch Ersticken	☐	☐	☒	☒ Der Raum wird ausreichend belüftet. ☒ Gaswarnanlage zur Anzeige von Sauerstoffmangel ist installiert. ☒ Mobile Gaswarnanlagen werden von den Beschäftigten mitgeführt. ☒ Siehe mitgeltende Gefährdungsbeurteilung Ebene 3: Gaswarnanlagen (E3-BM01).	☐	☒

3.4 Brand- und Explosionsgefährdung

Ermittelte Gefährdungen *(Beschreibung)*	Risiko ☹	Risiko 😐	Risiko ☺	Schutzmaßnahme	Handlungsbedarf Ja	Handlungsbedarf Nein
☒ Gefährdung durch Umgang mit brennbaren und leicht brennbaren Feststoffen, Flüssigkeiten, Gasen	☐	☐	☒	☒ Eine technische Raumlüftung ist vorhanden. ☒ Gefahrstoffe werden in geschlossenen Systemen gehandhabt/ verarbeitet ☐ Austretende Stoffe werden wirkungsvoll an ihrer Entstehungsstelle erfasst (Punktabsaugung). ☒ Folgende ESD-Schutzmaßnahmen (Vermeidung von Zündquellen) sind festgelegt: ☒ elektrisch leitfähige Arbeitsoberflächen und Bodenbeläge ☐ Geeignete ESD-Sicherheitsschuhe stehen zur Verfügung und das Tragen wird veranlasst ☒ Leitfähige und ableitfähige Gegenstände und Einrichtungen sind geerdet ☒ Es ist eine Anschlussmöglichkeit für einen Potentialausgleich (Erdung) vorhanden. ☒ Weitere Zündquellen werden wie heiße Oberflächen, offene Flammen, mechanische Reibung werden vermieden.	☐	☒
☒ Gefährdung durch explosionsfähige Gemische bzw. explosionsfähiger Atmosphäre	☐	☐	☒	☐ Es sind keine brennbaren Stoffe vorhanden. (Kein Explosionsschutzdokument notwendig). ☒ Durch ausreichende Verteilung kann keine explosionsfähige Atmosphäre entstehen. (Kein Explosionsschutzdokument notwendig) ☒ Das Auftreten einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre kann durch Dichtheit, natürlicher Lüftung oder organisatorischen Festlegungen verhindert werden. (Kein Explosionsschutzdokument notwendig) Siehe mitgeltende GBU E2 Labor 10a, Sek. 6.4. ☐ Ein Explosionsschutzdokument mit Schutzmaßnahmen als mitgeltendes Dokument ist erstellt und wird auf aktuellem Stand gehalten, wenn o.g. Maßnahmen nicht ausreichen.	☐	☒

Ermittelte Gefährdungen *(Beschreibung)*	Risiko ☹	Risiko 😐	Risiko ☺	Schutzmaßnahme	Handlungsbedarf Ja	Handlungsbedarf Nein
☒ Brandgefährdung	☐	☐	☒	☒ In der Versuchsanlage wurden für die geplante Anwendung geeignete elektrische und elektronische Bauteile verbaut. (Betriebsdauer, Belastung) ☒ Alle Bauteile der Anlage werden bestimmungsgemäß verwendet. ☐ Die Versuchsanlage wird nur unter Aufsicht betrieben. ☒ Die Anlage wird nicht bei Umgebungstemperaturen über 40 °C betrieben. ☒ Temperaturregelsysteme werden verwendet und begrenzen die Temperaturen bis 550°C.	☒	☐

3.5 Thermische Gefährdungen

Ermittelte Gefährdungen *(Beschreibung)*	Risiko ☹	Risiko 😐	Risiko ☺	Schutzmaßnahme	Handlungsbedarf Ja	Handlungsbedarf Nein
☒ Kontakt mit heißen/kalten Oberflächen	☐	☐	☒	☒ Heiße Prozessgase werden ausschließlich im geschlossenen Quarzreaktorrohr und den angeschlossenen Gasleitungen geführt. ☒ Isolierung / Abdeckung heißer Teile. ☒ Für folgende Tätigkeiten werden Hitze/Kälteschutzhandschuhe getragen: Hitzschutzhandschuhe bei Arbeiten an noch warmen Reaktorbauteilen.	☐	☒

Ermittelte Gefährdungen *(Beschreibung)*	**Risiko** ☹	😐	☺	**Schutzmaßnahme**	**Handlungsbedarf** Ja	Nein
☒ Kontakt mit heißen/kalten Medien	☐	☐	☒	☒ Heiße Prozessgase werden ausschließlich im geschlossenen Quarzreaktorrohr und den angeschlossenen Gasleitungen geführt. ☒ Ein Temperaturregelsystem (JUMO) wird verwendet und begrenzt die Betriebstemperatur auf den festgelegten zulässigen Temperaturbereich. Obwohl das System auf 500 °C erhitzt wird, ist die Wärmeübertragung an die Umgebungsluft aufgrund des geringen Volumens der heißen Luft vernachlässigbar. ☒ Für folgende Tätigkeiten werden Hitze/Kälteschutzhandschuhe getragen: • Hitzschutzhandschuhe bei Arbeiten an noch warmen Reaktorbauteilen.	☒	☐

Ermittelte Gefährdungen *(Beschreibung)*	**Risiko** ☹	😐	☺	**Schutzmaßnahme**	**Handlungsbedarf** Ja	Nein
☒ Gefährdung durch Tätigkeit mit unter Druck stehenden Arbeitsmitteln (Unter- oder Überdruck)	☐	☐	☒	☒ Druckbehälter, Gasleitungen, Druckminderer, Ventile, MFC usw. werden regelmäßig geprüft. Prüfintervall: alle 6 Monate. ☒ Druckführende Bauteile werden nur innerhalb der Herstellerangaben und mit vorgeschalteten Druckminderern betrieben. ☒ An Schlauchleitung werden geeignete Sicherheitskupplungen verwendet. ☒ Schutzbrille werden getragen.	☒	☐

3.6 Gefährdung durch physische Belastungen / Arbeitsschwere

Ermittelte Gefährdungen *(Beschreibung)*	Risiko ☹	Risiko 😐	Risiko ☺	Schutzmaßnahme	Handlungsbedarf Ja	Handlungsbedarf Nein
☒ Physische Belastung durch z.B. schwere Lasten, Zwangshaltung	☐	☐	☒	☐ Schwere Lasten werden mit folgender Transporteinrichtungen transportiert: … ☒ Schwere Lasten werden nur zu zweit transportiert. ☒ Wirbelsäulengerechtes Tragen und Heben von Lasten. ☐ Zwangshaltung bei Tätigkeiten an der Anlage werden vermieden. ☐ Bedienvorrichtungen sind ergonomisch gestaltet. ☒ Motivation der Beschäftigten werden zu Bewegungspausen und zur Teilnehme des TU-Sports motiviert.	☐	☒

3.7 Weitere Gefährdungen

Ermittelte Gefährdungen *(Beschreibung)*	Risiko ☹	Risiko 😐	Risiko ☺	Schutzmaßnahme	Handlungsbedarf Ja	Handlungsbedarf Nein
☒ Gefährdung durch falsche Bedienung (unzureichende Organisation)	☐	☐	☒	☒ Beschäftigte und Studierende werden vor Benutzung der Anlage unterwiesen und eingewiesen. ☒ Beschäftigte und Studierende werden regelmäßig unterweisen. ☒ Beachtung der Betriebsanweisung COCoS. ☒ Bedienung der Anlage erfolgt nur bestimmungsgemäß. ☒ Für die Tätigkeiten an der Versuchsanlage sind mindestens 1 Personen erforderlich. ☒ An der Versuchsanlage darf höchstens 1 Person gleichzeitig tätig werden. ☒ Ein Havarieplan ist vorhanden.	☐	☒

Ermittelte Gefährdungen *(Beschreibung)*	**Risiko** ☹	😐	☺	**Schutzmaßnahme**	**Handlungsbedarf** Ja	Nein
☒ Gefährdung durch mangelnde Wartung und Instandsetzung und Prüfung	☐	☐	☒	☒ Technische Sicherheitsvorkehrungen werden regelmäßig gemäß den geltenden Vorgaben geprüft und dokumentiert. Prufrhytmus: alle 6 Monate. ☒ Elektrische Betriebsmittel werden regelmäßig gemäß den geltenden Vorgaben geprüft; Prüfkennzeichnungen bzw. Prüfnachweise sind vorhanden. ☒ Elektrische Bestandteile der Versuchsanlagen werden gemäß Herstellerangaben gewartet und gepflegt.	☐	☒
☒ Gefährdung durch unplanmäßige Ereignisse	☐	☐	☒	☐ Alleinarbeiten an der Versuchsanlage sind untersagt. ☒ Bei Stromausfall schließen elektrisch betätigte Gasventile selbsttätig; Heizung und elektrische Komponenten werden spannungslos. ☐ Folgenden Maßnahmen verhindern Schäden durch unplanmäßigen Austritt von Flüssigkeiten: … ☒ Bei unplanmäßigem Gasaustritt wird das Hauptgasventil geschlossen und die Gaszufuhr unterbrochen. ☐ Warnung bei unplanmäßigen Betriebszuständen erfolgt durch: ☒ Kontaktdaten für erreichbare Ansprechpersonen in Notfällen sind an der Anlage vorhanden (z.B. bei Feuerwehreinsätzen nachts oder am Wochenende) ☒ Bei Ausfall der Stromversorgung stoppt die Versuchsanlage automatisch und geht in einen sicheren Zustand über.	☐	☒

3.8 Weitere mitgeltende Unterlagen:

☒ GBU Ebene 2: Labor 10a ☒ GBU Ebene 3: Gefahrstoffe ☒ GBU Ebene 3: Gaswarnanlagen
☒ BA COCoS ☒ Bedienungsanleitung COCoS: https://manual.concatlab.eu/manual-cocos.html

4 Maßnahmenliste

Erforderliche und geplante Schutzmaßnahmen:

Gefährdung	Schutzmaßnahmen	Zuständig	Frist
Unplanmäßige Ereignisse	Warnung und Vorgehen bei unzulässiger Temperatur oder Gasdurchflussabweichung festlegen und im COCoS-Handbuch dokumentieren.	Qing Chen	zeitnah

5 Erstellung der Gefährdungsbeurteilung

Die Gefährdungsbeurteilung wurde erstellt von:	
Name, Vorname	Funktion
Qing Chen	Ersteller / Ansprechpartner
An der Erstellung der Gefährdungsbeurteilung waren beratend beteiligt: [z.B. weitere Mitarbeiter*innen, BÄD, SDU]	
Name, Vorname	Funktion
Dr. Peter Kraus	Verantwortliche Führungskraft

Regelmäßige Überprüfung der Gefährdungsbeurteilung:

Datum der Über-prüfung	**Aktualität der Gefährdungs-beurteilung**	**Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen**	**Anmer-kungen**	**Unterschrift der*s Verant-wortlichen**
	☐ gegeben ☐ nicht gegeben	☐ gegeben ☐ nicht gegeben	Siehe Anlage …	
	☐ gegeben ☐ nicht gegeben	☐ gegeben ☐ nicht gegeben	Siehe Anlage …	
	☐ gegeben ☐ nicht gegeben	☐ gegeben ☐ nicht gegeben	Siehe Anlage …	
	☐ gegeben ☐ nicht gegeben	☐ gegeben ☐ nicht gegeben	Siehe Anlage …	
	☐ gegeben ☐ nicht gegeben	☐ gegeben ☐ nicht gegeben	Siehe Anlage …	

Verantwortliche Führungskraft: [Name in Druckbuchstaben]

Peter Kraus

Signed by: Peter Kraus
Date: 2026-08-18 16:53:49 CEST

....

Datum Unterschrift