

## Vorhabenbeschreibung:

# Mitwirkung der Zentren der Helmholtz-Gemeinschaft und der Technischen Universität München an der Design-Update-Phase der ESS



## Präambel

Die beteiligten Helmholtz-Zentren und die Technische Universität München (TUM) sehen es als ihre natürliche Aufgabe an, den deutschen Beitrags zur Europäischen Spallationsquelle (ESS) in Lund zu gestalten und mit Nachdruck dazu beizutragen, dass diese von der europäischen Nutzergemeinschaft lang ersehnte Quelle möglichst bald für Experimente zur Verfügung steht. Das gilt für das Forschungszentrum Jülich (JÜLICH), das GKSS Forschungszentrum Geesthacht (GKSS)\* und das Helmholtz-Zentrum Berlin (HZB) sowie die TUM in noch stärkerem Maße als für die nicht mit Neutronenforschung befassten Zentren, dem Deutschen Elektronen-Synchrotron (DESY) und dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT) sowie dem Forschungszentrum Dresden (FZD).

Die mit dem Beitrag zur ESS verbundenen Entwicklungsprogramme sind inhaltlich und strategisch im Einklang mit der Mission der Helmholtz-Gemeinschaft sowie mit denen der beteiligten Zentren. Die Umsetzung der vorgeschlagenen Arbeiten ist vor dem Hintergrund der programmatischen Aktivitäten und der damit verbundenen Zuordnung der Ressourcen aber nur durch zusätzliche Finanzierung möglich. Auf Grund der hohen strategischen Bedeutung und unserem Interesse an der Nutzung der ESS mit eigenen Instrumenten sind die beteiligten Helmholtz-Zentren sowie die TUM bereit einen Anteil von 2/7 selbst zu tragen.

Nach der Entscheidung für den Standort Lund und vor dem Hintergrund der Aktivitäten im Rahmen der auslaufenden ESS Preparatory Phase (ESS-PP) soll mit diesem Dokument das Angebot bezüglich des aus Sicht der Helmholtz-Zentren und der TUM möglichen wissenschaftlich-technischen Beitrags der Zentren zur ESS und die zu seiner Verwirklichung notwendigen Mittel dargestellt werden.

\*) neuer Name ab dem 1.11.2010:

Helmholtz-Zentrum Geesthacht  
Zentrum für Material- und Küstenforschung

# Inhaltsverzeichnis

<b>I</b>	<b>Ziele</b> _____	4
	1. Gesamtziel des Vorhabens_____	4
	2. Bezug des Vorhabens zu förderpolitischen Zielen_____	5
	3. Wissenschaftliche und technische Arbeitsziele des Vorhabens_____	6
<b>II</b>	<b>Stand der Wissenschaft und Technik und bisherige Arbeiten</b> _____	10
<b>III</b>	<b>Ausführliche Beschreibung des Arbeitsplans</b> _____	13
	1. Vorhabenbezogene Ressourcenplanung_____	13
	2. Meilensteinplanung_____	21
<b>IV</b>	<b>Verwertungsplan</b> _____	24
	1. Wissenschaftliche Erfolgsaussichten_____	24
	2. Wissenschaftliche Anschlussfähigkeit_____	24
<b>V</b>	<b>Zusammenarbeit mit Dritten</b> _____	25
<b>VI</b>	<b>Notwendigkeit der Zuwendung</b> _____	26
<b>VII</b>	<b>Anhang</b> _____	27

# I Ziele

## 1. Gesamtziel des Vorhabens

Neutronen liefern einen einzigartigen Einblick in eine Vielzahl wissenschaftlicher Fragestellungen. In der heutigen Zeit sind das Verständnis und die Anwendung von immer komplexeren und individualisierten Materialien von unschätzbare gesellschaftlicher Bedeutung. Um die Eigenschaften dieser Materialien verstehen zu können und diese bestmöglich einzusetzen, ist es unumgänglich, ihre Struktur und Dynamik auf der Ebene der Atome zu untersuchen und zu verstehen. Die neue Europäische Spallationsquelle (ESS) wird auf dem Sektor der Neutronenforschung ein neuer Meilenstein sein.

Umso wichtiger ist es jetzt, deutsche Interessen und Know-how in das Projekt einfließen zu lassen. Die beteiligten Helmholtz-Zentren und die TUM (nachfolgend auch „deutsche Partner“ genannt) sehen es deshalb als ihre ureigenste Pflicht an, gemeinsam mit einem abgestimmten Gesamtkonzept den deutschen Beitrags zur ESS zu gestalten und mit Nachdruck an der jetzt anstehenden Design-Update Phase mitzuwirken. Nur so kann auch gewährleistet werden, dass die Interessen und die Bedarfslage der deutschen Neutronennutzer-Gemeinschaft zur Berücksichtigung kommen. Der Prozess der Meinungsbildung innerhalb der deutschen Neutronennutzer-Gemeinschaft ist ein wesentlicher Teil des Projekts. Voraussichtlich werden als Ergebnis dieses Prozesses zusammen mit Vorgaben der ESS AB an einigen Stellen Anpassungen und Änderungen der geplanten Arbeitspakete notwendig werden die auch Verschiebungen der entsprechenden Ressourcen notwendig machen können.

Die einzelnen Kapitel der vorliegenden Vorhabenbeschreibung sind gegliedert in die Themenbereiche, die im Design-Update zu bearbeiten sein werden. Die deutschen Partner glauben, mit ihrer Kompetenz zu den folgenden vier Themenbereichen substantielle Beiträge leisten zu können:

- |                                    |                          |
|------------------------------------|--------------------------|
| 1. Target und Targetstation        | (JÜLICH, KIT, FZD)       |
| 2. Instrumentierungskonzepte       | (JÜLICH, GKSS, HZB, TUM) |
| 3. Kritische Instrumentkomponenten | (JÜLICH, GKSS, HZB, TUM) |
| 4. Beschleunigerkomponenten        | (DESY)                   |

Die einschlägige Kompetenz gründet auf langjährigem Engagement für Konzeption, Bau und Betrieb eigener Neutronquellen und Beschleuniger wie auch von Instrumenten an anderen Neutronenquellen weltweit. JÜLICH, GKSS und HZB sind oder waren Betreiber eigener Forschungsreaktoren und leisten substantielle Beiträge zur wissenschaftlichen Nutzung des FRM II, der von der technischen Universität München (TUM) betriebenen modernsten deutschen Neutronenquelle. JÜLICH hat an der SNS in Oak Ridge ein Neutronenspektrometer gebaut und ist am Betrieb weiterer Instrumente dort beteiligt. Relevante Expertise des KIT besteht auf dem der Flüssigmetallkreisläufe. JÜLICH war federführend für das Vorgänger-Projekt ESS, zu dem es eigene Beiträge insbesondere zu Targetstation und Instrumentkonzepten und Beschleuniger eingebracht hat. HZB, vormals HMI war im Rahmen dieses Projekts „Lead Lab“ für die Konzeption der Instrumentierung.

## 2. Bezug des Vorhabens zu förderpolitischen Zielen

Die große strategische Bedeutung einer Europäischen Spallations-Neutronenquelle der neusten Generation, wie auch in einer OECD Studie identifiziert, lässt sich durch die folgenden Aspekte aufzeigen:

- Neutronenquellen sind eine Forschungsinfrastruktur von größter Bedeutung, wenn es darum geht, unser grundlegendes Wissen über die Materie zu erweitern. ESS mit ihren gewaltigen Verbesserungen der effektiven Neutronenintensität wird neue wissenschaftliche Möglichkeiten in vielen Bereichen der Erforschung kondensierter Materie generieren. Davon werden so unterschiedliche Wissensbereiche wie die Physik kondensierter Materie, die Chemie, die Biologie, die Ingenieurwissenschaften, die Geologie und sogar die Medizin profitieren. Die Forschung mit der Neutronen an der ESS wird auch in entscheidender Weise Technologien von morgen voranbringen. Sie wird zu neuen Werkzeugen führen, mit denen wir unsere Fähigkeit Materialien zu entwickeln, zu optimieren und Maß zu schneiden wesentlich voranbringen und damit zur Entwicklung der technologischen Gesellschaft in Europa wesentlich beitragen.
- Neue Spallations-Neutronenquellen der Megawattklasse sind derzeit in den Vereinigten Staaten und Japan in Betrieb gegangen. Diese Quellen werden die bestehenden europäischen Neutronenquellen deutlich übertreffen. Der Bau der ESS stellt für die nächsten Generationen von Wissenschaftlern in Europa sicher, dass sie in Europa an der bestmöglichen Neutronenquelle weltweit arbeiten können. So kann die europäische, und insbesondere auch die deutsche Neutronengemeinschaft ihre traditionelle Spitzenstellung in der Welt verteidigen und weiter ausbauen.

Es ist also eine Entscheidung von größtem europäischen und deutschem Interesse, mit der ESS in Lund eine Neutronenquelle der neusten Generation für die Wissenschaftler in Europa und Deutschland auf den Weg zu bringen, welche die Konkurrenz in den USA und Japan in den angestrebten Parametern - mehr Leistung und höhere Intensität - übertreffen wird. Dadurch steht das Projekt auch inhaltlich und strategisch in Einklang mit der Mission der Helmholtz-Gemeinschaft und mit denen der beteiligten Zentren sowie mit den förderpolitischen Zielen in Deutschland. Durch den koordinierten und mit ESS AB abgestimmten Beitrag der deutschen Partner am Design-Update der ESS wird auch der Wissenschafts- und Innovationsstandort Deutschland gestärkt. Deutschland ist durch das Engagement der Helmholtz-Zentren und der TUM an der ESS in der Lage, mit den besten Partnern weltweit zu kooperieren und so, entsprechend der Vorgabe des BMBF, aktiver Teil einer internationaler Einrichtungen zu sein.

### 3. Wissenschaftliche und technische Arbeitsziele des Vorhabens

JÜLICH wird einen Hauptbeitrag zur Entwicklung der Targetstation einbringen und bei der Untersuchung von Flüssigmetallkreisläufen durch KIT und FZD unterstützt.

Für die Instrumentierung soll eine „Task Force“, die sich mit einem Layout der Gesamtinstrumentierung der ESS beschäftigt, zwischen den interessierten Zentren JÜLICH, HZB und GKSS sowie der TUM gebildet werden. Im Detail werden verschiedene Instrumentgruppen in den Workpackages des Bereichs Instrumente simuliert und optimiert. Dabei fokussiert sich JÜLICH auf die Flugzeitspektroskopie und auf die Anwendung polarisierter Neutronen bei Larmorpräzessionstechniken und der Polarisationsanalyse, GKSS auf Instrumente für Materialwissenschaften z.B. zur Eigenspannungsanalyse und Kleinwinkelstreuung, HZB auf innovative Tomographieverfahren, Reflektometrie und auf Instrumente, die mehrere Messmethode an Proben unter extremen Bedingungen erlauben, und die TUM auf alternative Techniken der Spektroskopie. Hierbei tragen in fast allen Fällen mindestens zwei Zentren ihre Kompetenz für den jeweiligen Instrumenttyp bei.

Bei der Entwicklung kritischer Instrumentkomponenten geht es darum, Chopper, Detektoren, Breitbandpolarisatoren sowie spezielle Probenumgebungen zu entwickeln. Der für alle Instrumente essentielle Bereich der Detektorentwicklung wird von allen beteiligten Zentren verfolgt, um die Krise durch die Verknappung von He<sup>3</sup> zu bewältigen. Es gibt bereits eine internationale Vereinbarung zwischen den Neutronenzentren, die eine Arbeitsteilung auf diesem Gebiet vorgibt. Sie soll hier Anwendung finden. Zur Unterstützung der Entwicklungen wird HZB einen Testmessplatz für Messungen mit Neutronen einrichten.

Auf dem Gebiet der Softwareentwicklung wird für eine Abstimmung mit den Arbeiten und Ergebnissen aus der High Data Rate Initiative, HDRI im Rahmen des POF Bonusprogramms gesorgt (GKSS). Weiterentwicklung der Simulationssoftware als Werkzeug für die Instrumentsimulationen und Unterstützung bei deren Nutzung wird vom HZB angeboten.

DESY wird im Bereich Beschleuniger sein Know-how zur Verfügung stellen.

#### 3.1 Target

Das aktuell vorliegende Konzept für die ESS Targetstation wurde bis 2003 im Forschungszentrum Jülich erarbeitet. Das Targetmaterial der Wahl war damals Quecksilber. Vor dem Hintergrund der neuen EU-Philosophie der letzten Jahre muss aber davon ausgegangen werden, dass Quecksilber trotz der gezeigten technischen Machbarkeit aus umweltpolitischen Gründen in der Zukunft kaum durchsetzbar sein wird. Der somit erzwungene Wechsel auf einen anderen Targettyp bedingt unter anderem eine Überprüfung und gegebenenfalls erneute Optimierung des Aufbaus der Targetstation.

Dabei sind zum einen alternative Lösungen mit anderen Flüssigmetallen (Pb-Bi, Pb, Pb-Au) zu untersuchen. Hier ist Zuarbeit durch das KIT auf dem Gebiet der Flüssigmetallkreisläufe erforderlich. Zum anderen erscheint es sinnvoll die Arbeiten zu Konzept und Design eines Drehtargets, die in den Jahren 1980 bis 1984 im Rahmen des

SNQ Projektes in Jülich durchgeführt worden sind, wieder aufzunehmen und bezüglich des aktuellen Standes der Technik zu optimieren.

Für die neuen Kombinationen von Targetmaterial und Targetkonzept müssen Berechnungs- und Auslegungsarbeiten zu Reflektor und Moderator durchgeführt werden. Dabei sind die Anforderungen von der Instrumentierungsseite mit zu berücksichtigen.

In den letzten zwei bis drei Jahren zeichnet sich für Langpulsquellen ein Trend zu Moderatoren mit größerer Tiefe bzw. größerem Volumen ab. Dies ist aus geometrischen Gründen jedoch nicht ohne weiteres mit dem bis 2003 erarbeiteten Zugangs- und Handhabungskonzept für die Moderatoren vereinbar. Um eine größere Flexibilität bezüglich der zu verwendenden Moderatorgeometrie zu erreichen, ist daher eine Überarbeitung der Anordnung und damit auch des Zugangskonzeptes der Moderatoren notwendig.

Ein wichtiges weiteres Element der Targetentwicklung ist die Frage der Möglichkeiten für Upgrades. Solange es von den Kosten her zu vertreten ist, soll das Target so entworfen werden, dass Upgrades in der Strahlleistung möglich sind. Hier ist ein Kompromiss zwischen den notwendigen zusätzlichen Investitionen und der späteren besseren Leistungsfähigkeit der Quelle zu suchen. Des Weiteren wird es notwendig sein, die denkbaren Alternativlösungen (Flüssigmetalle oder auch Feststofftargets) auch auf diesen Aspekt hin zu untersuchen.

### 3.2. Instrumentierungskonzepte

Obwohl der eigentliche Instrumentenbau für die ESS erst etwa fünf Jahre vor der Fertigstellung der Quelle beginnen wird, muss das generelle Instrumentierungskonzept sehr bald fixiert werden, da das Design von Targetstation und Moderatoranordnung wesentlich davon abhängen.

In dieses Instrumentierungskonzept müssen auf der einen Seite die Bedürfnisse der Nutzergemeinschaft in Europa einfließen und gleichzeitig sollen die Möglichkeiten einer Langpuls-Spallationsquelle optimal genutzt werden. Dieser Prozess muss jetzt stattfinden. Die ESS soll Instrumente bedienen, die so ausgelegt sein müssen, dass sie die wissenschaftlichen Möglichkeiten der ESS optimal nutzbar machen.

Es ist vorgesehen, eine Task-Force zwischen JÜLICH, GKSS und HZB und TUM zu etablieren, die diesen Findungsprozess wesentlich unterstützen soll und letztendlich ein Gesamtkonzept für einen Vorschlag der Erstinstrumentierung der ESS erarbeiten soll. Dieser Vorschlag soll die Interessen der deutschen Neutronencommunity bündeln und in Rückkopplung mit ihr erstellt werden. Aus diesem Grund ist eine starke Einbindung des Komitees für die Forschung mit Neutronen unerlässlich. Weitere Schritte könnten Workshops mit interessierten Nutzern sowie Diskussionen an deutschen Neutronenstreutagen sein. Ziel ist es, die Bedarfslage in Deutschland zu klären und die deutschen Interessen zu formulieren, um einen gemeinsamen deutschen Auftritt gegenüber der ESS AB zu erreichen. Es wird angestrebt eine von der deutschen Neutronencommunity breit getragene Schwerpunktbildung im Bereich der ESS Instrumentierung zu erhalten. Gleichzeitig werden von den beteiligten Zentren und der TUM bestimmte Instrumentgruppen genauer analysiert und im Hinblick auf die ESS-Langpulsquelle optimiert.

Die Helmholtz-Zentren und die TUM wollen Partner bei einer Entwicklung dieses generellen Instrumentierungskonzeptes sein und ihre Expertise und Kapazität im Bereich Instrumentsimulation für die ESS zur Verfügung stellen und ihre breite Kompetenz auf diesem Sektor einbringen. Sie sind bereit hier die Federführung zu übernehmen.

Für die meisten, der für die Nutzung einer zu ISIS, J-PARC und SNS komplementären und intensiveren gepulsten Quelle, relevanten Methoden müssen die experimentellen Aufbauten an die ESS angepasst und neu bewertet werden.

Dafür müssen neue Ansätze für Instrumente an der ESS durch Simulationsrechnungen vertieft und optimiert werden. Darüber hinaus müssen auf eine Langpulsquelle optimierte Konzepte für hochauflösende Diffraktion, Reflektometrie, inelastische Streuung und schnelle abbildende, insbesondere tomographische Verfahren entwickelt werden. Es ist ferner damit zu rechnen, dass im Rahmen der Entwicklung neuer Instrumentkonzepte für die ESS auch neue Herausforderungen an neutronenoptische Komponenten sowie an spezielle Probenumgebungen und deren Integration in Instrumente entstehen werden. Alle neuen Konzepte sollten nach Möglichkeit nicht nur durch Simulation sondern auch experimentell an bereits existierenden Quellen validiert werden. Aus heutiger Sicht besonders relevant sind:

- Flugzeit (Time-of-Flight) Konzepte (inkl. hochauflösende inverse TOF Spektroskopie)
- Spinecho- und Larmorinstrumente
- Diffraktometrie
- Kleinwinkelstreuung
- Reflektometrie
- Imaging
- Alternative Verfahren zur Spektroskopie
- Integration spezieller Probenumgebungen

Für alle Instrumentkonzepte muss der gesamte Aufbau vom Neutronenleiter bis zum Detektor für den Einsatz an der ESS simuliert und bewertet werden. Dabei soll die Bewertung sich nach Möglichkeit nicht nur auf Simulationen sondern auch auf Experimente an bereits existierenden Quellen stützen. Die Erfahrungen von JÜLICH mit dem Bau und Betrieb von Instrumenten an der SNS, die des HZB mit komplexen Probenumgebungen und deren Rückwirkung auf das Instrument-Design sowie die der GKSS mit materialwissenschaftlicher Instrumentierung werden einfließen.

### 3.3. Kritische Instrumentkomponenten

Die langen Pulse und die hohe Intensität der ESS stellen besondere Anforderungen an die Komponenten zur Geschwindigkeitsauswahl im Neutronenstrahl, einerseits bezüglich Strahlungsfestigkeit und andererseits bezüglich des „Pulseshaping“. Eine wesentliche Rolle spielen in diesem Zusammenhang angepasste Chopper mit speziellen Eigenschaften, insbesondere sogenannte  $T_0$ -Chopper und schnelle „pulse shaping“-Chopper.

Ein spezielles Problem ergibt sich aus der weltweiten Verknappung des  $^3\text{He}$  Angebots, eine Konsequenz des hohen Bedarfs an  $^3\text{He}$  durch das „US Homeland Security Program“. Da die gesamte Instrumentierung einer zukünftigen ESS extrem kritisch von der Verfügbarkeit großflächiger ortsauflösender Detektoren abhängt, stellt die Verknappung von  $^3\text{He}$  ein großes Risiko für die ESS dar. Kleinere Mengen des noch verfügbaren  $^3\text{He}$  werden weiterhin dringend für Polarisationszellen und in der Kryotechnik zur Erreichung von mK Temperaturen gebraucht und sind dort nicht ersetzbar. Wir schlagen vor, die Entwicklung alternativer Detektorkonzepte ohne  $^3\text{He}$  im Rahmen der internationalen Übereinkunft der Neutronenzentren über die Arbeitsteilung auf diesen Gebiet voranzutreiben. Insgesamt ergeben sich folgende Themen:

- Chopper und Monochromatoren:

Zum Erreichen einer optimalen Funktion der mehr als zwanzig an der ESS vorgesehenen Instrumente ist die rechtzeitige Entwicklung entsprechender Komponenten zur Erzeugung einer gewünschten Zeit und Geschwindigkeitsstruktur des extrahierten Neutronenstrahls essentiell.

- Polarisatoren, und Analysatoren:

Anwendungen mit polarisierten Neutronen gewinnen zunehmend an Bedeutung und es ist absehbar, dass sie für die ESS noch wichtiger werden. Die gepulste Langpulsquelle erfordert es, dass die Polarisatoren über einen breiten Wellenlängenbereich arbeiten und auch bei kürzeren Wellenlängen eine hohe Divergenz bzw. Winkelakzeptanz erlauben. Besonders letztere Eigenschaft wird in hervorragender Weise von  $^3\text{He}$  Polarisatoren erfüllt. Um kontinuierliche Betrieb und Breitbandigkeit zu verbessern sind jedoch weitere Anstrengungen notwendig, die hier geleistet werden sollen.

- Detektoren ohne  $^3\text{He}$ :

Grosse Flächen effizienter Detektoren sind das Herzstück der meisten Instrumente an Spallationsquellen und tragen entscheidend zu deren hoher Leistung bei. Dies an der ESS ohne den Einsatz von (voraussichtlich nicht verfügbaren) etlichen 10000l  $^3\text{He}$  zu erreichen ist ein wichtiges Ziel.

- Entwicklung spezieller Software:

Sowohl, um detaillierte Monte Carlo Simulationen möglicher ESS-Instrumente durchzuführen zu können, als auch für das spätere Datenhandling, ist die Entwicklung von ESS spezifischer Software unumgänglich.

- Spezielle Probenumgebungen:

Verschiedenste Probenumgebungen, die einerseits in der Lage sind, schnelle Parameteränderungen für kinetische Experimente ggf. synchron zur ESS Pulsung zu realisieren und solche, die es auch erlauben, extreme Bereiche, wie hohe magnetische Felder, niedrigste und höchste Temperaturen, hoher Druck, flexible Gas-handling-Systeme zu erreichen, müssen für den Betrieb an der ESS untersucht werden.

- Testbeamline:

Im Rahmen des Ausbaus der Neutronenleiterhallen am HZB wird es möglich, eine spezielle Testbeamline mit einer Endposition zum Test von ESS Komponenten freizustellen. Diese Beamline erlaubt dringend erforderliche Hardwaretests der entsprechenden Instrumentenkomponenten.

### 3.4. Beschleunigerkomponenten

Das Herzstück des Beschleunigers und der Kosten treibende Teil sind die LINAC Beschleunigungsstrecken. Für die Entwicklung und Erprobung der ESS SRF Systeme ist neben der theoretischen Beschreibung - umfangreiche Rechnungen für die bisherigen ESS-Projekte wurden durchgeführt - und der Erfahrung auf dem Gebiet von Protonenquellen und Strahldiagnostik, die durch den Betrieb eigener Protonenbeschleuniger gesammelt wurden, eine Testanlage unabdingbar.

DESY besitzt die Expertise, die Infrastruktur und den Willen, unter der Berücksichtigung von Randbedingungen, erste Tests von Beschleunigerkomponenten für die ESS durchzuführen.

## **II Stand der Wissenschaft und Technik und bisherige Arbeiten**

### **1. Target**

JÜLICH beschäftigt sich schon seit langem mit der konzeptionellen und detaillierten Planung von Spallationstargets sowie der zugehörigen Infrastruktur bis hin zur konzeptionellen Ausarbeitung der gesamten Targetstation. In den Jahren 1980 bis 1984 wurde in JÜLICH die Konstruktion der Targetstation für die Spallationsquelle SNQ durchgeführt. JÜLICH zeichnete dabei unter anderem für die Detailkonstruktion, den Bau und Test eines Drehtargets samt Antriebs- und Lagereinheit verantwortlich. Im Rahmen des ESS Projektes wurden zwischen 1996 und 2003 durch JÜLICH alle wesentlichen ingenieurtechnischen Belange zu Target und Targetstation abgedeckt. In den Jahren 2005 bis 2007 wurden in JÜLICH darüber hinaus Studien zur Kühlbarkeit eines Drehtargets für kleine und mittlere Strahlleistungen für eine zu dieser Zeit angedachte spanische Spallationsquelle durchgeführt. Zuletzt war JÜLICH mit über 40 PM an der EU FP7 ESS Preparatory Phase Studie zum Thema Targetstation und ihrer Komponenten beteiligt. Es kann also weitgehend auf das Know-how und das Personal aus den vorangegangenen Arbeiten zurückgegriffen werden.

KIT besitzt Know-how im Bereich alternativer Entwicklungen bei Flüssigmetalltargets auf Basis von PbBi bzw. Natrium, wie sie bei MEGAPIE, XT-ADS oder NUSTAR-FAIR zum Einsatz kommen oder kommen werden. Im Zuge der Mitarbeit von KIT in der Target Station Concept Selection (TSCS) Working Group der ESS wurde bereits ein Grundkonzept für ein fensterloses PbBi-Target erarbeitet.

Das FZD bringt seine jahrelange Expertise auf dem Gebiet der Strömungsmesstechnik für Flüssigmetallkreisläufe in das Verbundprojekt ein. Am FZD wurden solche Messtechniken entwickelt und an verschiedenen Flüssigmetallkreisläufen eingesetzt.

## 2. Instrumentierungskonzepte

In den Helmholtz-Zentren und an der TUM besteht eine lange Tradition im Instrumentenbau. Die Kompetenz stützt sich auf langjährige Erfahrung im Design, Aufbau und Betrieb von Instrumenten für die Neutronenforschung und hat eine Reihe wesentlicher Innovationen für die weltweite Forschung mit Neutronen hervorgebracht.

Die bedeutendsten Errungenschaften von JÜLICH waren die Konzeption und der Bau einer ersten Neutronenkleinwinkelstreuapparatur, die sich weltweit als eines der erfolgreichsten Instrumente für Neutronenstreuung etabliert hat, der Bau des ersten Rückstreuспекtrometers, das den Mikroelektronenvoltbereich den Neutronen zugänglich machte, der Bau des ersten diffusen Neutroneninstrumentes zur Untersuchung von Fehlordnungen, die Weiterentwicklung der Neutronenspinpolarisationsmethode und der off-spekulären Streuung unter streifendem Einfall. Neben der Anwendung der Flugzeitmethode für die Diffraktometrie an kontinuierlichen Quellen (POWTEX am FRM II) liegen die Hauptkompetenzen von JÜLICH im Bereich der hochauflösenden Spektroskopie (Rückstreu- und Spinpolarisationspektrometer) und der Anwendung polarisierter Neutronen sowohl für Larmorpräzessionstechniken (z.B. Spinpolarisationsinstrumente am FRM II und an der SNS) als auch für die Polarisationsanalyse (Reflektometer MARIA, sphärische Polarisationsanalyse am DNS und in Zukunft am thermischen Flugzeitspektrometer TOPAS). Besonders hervorzuheben ist der Bau und der Betrieb des NSE-Spektrometers an der SNS, des ersten derartigen Instruments an einer gepulsten Quelle. Ca. 80% aller JCNS Instrumente nutzen polarisierte Neutronen. Unter realen Experimentierbedingungen erreicht das JCNS die weltweit konstant höchste  $^3\text{He}$  Polarisation in SEOP Filterzellen.

Die GKSS hat in den vergangenen Jahrzehnten vielfältige Beiträge zu neuartigen Instrumentierungskonzepten geleistet. So wurden polarisierte Kleinwinkelstreuexperimente erstmalig am FRG-1 sowohl für metallphysikalische als auch für biologische Fragestellungen (letzteres mit Kernspin-polarisiertem Target) durchgeführt. Gemeinsam mit der PTB Braunschweig hat GKSS moderne Geschwindigkeitsselektoren entwickelt, die seitdem sehr erfolgreich von EADS Astrium (früher Dornier GmbH) für den weltweiten Einsatz in diversen Neutronenstreuinstrumenten gebaut und vertrieben werden und heute den Standard für Kleinwinkelstreuexperimente darstellen. Weiterhin hat GKSS Neutronendetektoren entwickelt, die nunmehr in der aus GKSS ausgegründeten Firma DENEX Detektoren für Neutronen und Röntgenstrahlung GmbH gebaut und ebenfalls sehr erfolgreich weltweit vertrieben werden. Für beide Produktlinien konnte Weltmarktführung erreicht werden. Im Bereich der für die ESS typischen Neutroneninstrumentierung nach der Flugzeitmethode hat GKSS langjährige Erfahrung an der eigenen Neutronenquelle insbesondere mit dem Eigenspannungsdiffraktometer (FSS) sowie am FRM II mit der innovativen TOF Reflektometrie/GISANS Anlage REFSANS gesammelt. In Kooperation mit der TU Clausthal und der TUM entwickelt GKSS derzeit das robotergestützte Experimentieren für sehr hohen Durchsatz von Experimenten am STRESS-SPEC Diffraktometer (FRM II) erstmals an einer Neutronenquelle.

Am HZB hat die Konzeptentwicklung für neuartige Instrumentierung ebenfalls eine lange Tradition. Dabei lag und liegt seit längerem ein besonderes Gewicht auf Entwicklungen, die (auch) für den Einsatz an gepulsten Quellen geeignet sind. (HZB/HMI hat im Rahmen des letzten ESS-Projekts bis Ende 2003 als "Lead-Lab" für innovative Instrumentierungskonzepte agiert.) Hierzu gehören u. a. das neue für auf-

wendige Probenumgebungen ausgelegte Flugzeitspektrometer EXED, das Flugzeit-Reflektometer BIOREF, das Flugzeitspektrometer NEAT, für das die für die Nutzung gepulster Quellen äußerst wichtige Methode der „repetition rate multiplication“ entwickelt wurde, das Spinechospektrometer SPAN, dessen grundlegende Ideen nun bei der Realisierung des Instruments WASP am ILL Anwendung finden, die Verbindung eines 3-Achsen-Spektrometers mit Resonanzspinecho Techniken, die neuartige Flugzeitmethode TISANE, die am HZB erstmals erfolgreich experimentell getestet wurde und nun an der Kleinwinkelstreuanlage realisiert und in den Nutzerbetrieb integriert wird. HZB leistete darüber hinaus Pionierarbeit unter anderem zu neuen tomographischen Methoden mit Neutronen wie die dreidimensionale Vermessung der Magnetisierung mittels Spinpolarisation und „dark edge“-Verfahren. Ein wichtiges Hilfsmittel für jede Instrumententwicklung ist das im HZB entwickelte Programmpaket VITESS zur Simulation der Konzepte. Im HZB wird sich ein neu organisiertes Institut (G-11) ausschließlich mit der Forschung mit Spallationsneutronen beschäftigen.

Die TUM als Betreiber des FRM II besitzt Expertise unter anderem in Bereichen der zeit-, energie- und spin aufgelösten Radiographie und Tomographie, der Dreiachsenspektroskopie, der Erzeugung intensiver Strahlen und Volumina von ultrakalten Neutronen durch „down-scattering“ in supra-flüssigem  $^4\text{He}$ , der Flugzeit- und Resonanzspinechospektroskopie, der Larmordiffraktion und der zeitaufgelösten, stroboskopischen elastischen und inelastischen Streuung.

### **3. Kritische Instrumentkomponenten**

Innovative Instrumentierung lebt nicht nur von neuen Konzepten, sondern mehr noch von der kontinuierlichen Weiterentwicklung technologischer Komponenten, die für viele, wenn nicht alle Instrumente kritisch sind. Zu diesen gehören insbesondere Monochromatoren (Chopper), Polarisatoren und Analysatoren, Detektoren und neutronenoptischen Elementen und Probenumgebungen. Ein weiteres entscheidend wichtiges Element ist die Bereitstellung geeigneter Softwaretools zur Datenreduktion, Visualisierung und Auswertung sowie zur Simulation von Instrumenten und Experimenten. In dem Umfeld besitzt JÜLICH besondere Expertise zur Entwicklung von Choppern, verfolgen JÜLICH und HZB alternative Entwicklungslinien von  $^3\text{He}$  Polarisatoren, und sind alle drei Zentren involviert in die Entwicklung neuer Detektoren, insbesondere im Rahmen der Initiative zur Entwicklung von  $^3\text{He}$ -freien Systemen. Datenauswertesoftware wird an allen Zentren entwickelt, das HZB stellt spezielle Expertise auf dem Gebiet der Instrumentsimulation.

### **4. Beschleunigerkomponenten**

Sowohl DESY als auch HZB haben sich im Rahmen der FEL-Projekte intensiv mit SRF Technologie auseinandergesetzt und verfügen über entsprechende Expertise wie sie für den ESS-Linearbeschleuniger benötigt wird. DESY hat in den letzten Jahren die Technologie für supraleitende 1.3 GHz Systeme zur industriellen Serienreife gebracht und hat begonnen, in Kooperation mit internationalen Partner-Instituten im Rahmen des Accelerator Consortiums den 2km-Linearbeschleuniger für den Europäischen Röntgenlaser XFEL zu bauen. Bezüglich des Designs, des Zusammenbaus und der Testanlagen und -prozeduren für supraleitende Beschleunigermodule be-

steht bei DESY eine breite technisch-wissenschaftliche Basis und langjährige Erfahrung, letztere insbesondere auch im Hinblick auf die Zusammenarbeit mit europäischen Instituten, die sich beim ESS-Beschleuniger beteiligen wollen.

### III Ausführliche Beschreibung des Arbeitsplans

#### 1. Vorhabenbezogene Ressourcenplanung

##### 1.1 Target

Das Projekt beinhaltet vier Target-Workpackages, T1 bis T4 (siehe Organigramm in Kapitel III.2.2 Projektmanagement). Die Ziele der einzelnen Arbeitspakete werden wieder hier im Folgenden beschrieben. Die detaillierte Beschreibung der geplanten Arbeiten auf der Ebene der Unterarbeitspakete und die dazu geplanten Deliverables, Meilensteine und Ressourcen sind entsprechend in Kapitel VII.1 (Anhang) zu finden.

Das schon in den 80er Jahren im Rahmen des SNQ Projektes vom JÜLICH entwickelte Drehtarget diente in der 2003er ESS Studie lediglich als Targetalternative und Rückfallposition. Herausragender Vorteil eines Drehtargets ist eine im Gegensatz zu Flüssigmetalltargets deutlich höhere erwartete Lebensdauer. Zudem ist ein Drehtarget grundsätzlich zur Aufnahme größerer Strahlleistungen im Stande. Da diese Forderung als möglicher späterer Upgrade für ESS ernsthaft in Erwägung gezogen wird, ist eine Wiederaufnahme und Aktualisierung der Jülicher SNQ Arbeiten zum Drehtarget im Workpackage **T1 „Entwicklungsarbeiten zum Feststofftarget“** notwendig und sinnvoll. Hierbei kann auf die in JÜLICH vorhandene Expertise zurückgegriffen werden. Diese Arbeiten sind auch erforderlich, um einen Vergleich zum Flüssigmetalltarget zu gewährleisten und somit eine Entscheidung für die endgültige Wahl des Targetkonzeptes zum Ende der Design-Update-Phase zu ermöglichen.

Bis 2003 wurden alle Arbeiten für das ESS Target federführend und nahezu ausschließlich durch JÜLICH ausgeführt. Nachfolgend zu diesen Arbeiten und basierend auf den Erfahrungen bei SNS und J-PARC hat sich herausgestellt, dass eine weitere Optimierung der Strömungsführung im Flüssigmetalltarget möglich und sinnvoll erscheint, insbesondere unter der neu hinzugekommenen Randbedingung einer evtl. späteren Strahlleistungserhöhung über 5 MW hinaus. Während sich die Arbeiten bis 2003 nahezu ausschließlich auf Quecksilber als Targetmaterial beschränkten, werden seit ein paar Jahren auch andere Flüssigmetalle für ESS in Erwägung gezogen. Daher werden im Workpackage **T2 „Entwicklungsarbeiten zum Flüssigmetalltarget“** neue Entwicklungstrends bei Flüssigmetalltargets auf Basis von PbBi an die ESS spezifischen Bedingungen angepasst und daraus geeignete Designoptionen abgeleitet. Das bestehende Grundkonzept für ein fensterloses PbBi-Target soll im Rahmen dieses Arbeitspakets von KIT zur technischen Reife weiter entwickelt werden. Die Entscheidungen über mögliche Designoptionen wie fensterloses Target bzw. Fenstertarget bzw. den Targetmaterialien und Kühlmitteln wie Quecksilber oder

Bleilegierungen werden aber grundsätzlich in enger Abstimmung mit dem ESS-Hometeam getroffen und nur die dort favorisierten Optionen werden weiterverfolgt. Die Bewertung der entwickelten Konzepte erfolgt mittels thermohydraulischer und neutronenphysikalischer Simulationen sowie sicherheitstechnischer Betrachtungen unter Berücksichtigung des Potentials für eine spätere Strahlleistungserhöhung über 5 MW hinaus. Für den „Proof of Concept“ der Thermohydraulik wird ein geeignetes Mockup-Experiment von KIT entworfen. Weiterführende Experimente sind im Rahmen internationaler Kooperationen beabsichtigt, z. B. mit IPUL, Riga/Lettland.

Ein Flüssigmetalltarget erfordert die entsprechende Instrumentierung des Flüssigmetallkreislaufs, um für den zuverlässigen Betrieb Daten über den integralen Durchfluss, lokale Geschwindigkeitsverteilungen sowie lokale Temperaturen und Drücke an ausgewählten Orten bereit zu stellen. Dieser Bedarf an Instrumentierung und Messtechnikentwicklung besteht für jedes der in Frage kommenden Flüssigmetalle und Flüssigmetalltargetkonzepte. Im Falle eines fensterlosen Flüssigmetalltargets ist außerdem die Form der freien Metalloberfläche zu überwachen. Kommerziell sind derartige Messtechniken nicht verfügbar. Die am FZD entwickelten Messtechniken wurden an verschiedenen Flüssigmetallkreisläufen erfolgreich eingesetzt. Mit diesen Erfahrungen soll ein Konzept für die Instrumentierung des Targetkreislaufs entwickelt und der Einsatz lokaler Strömungsmesstechnik an einem vereinfachten Modell der Targetströmung demonstriert werden.

Im Falle einer Festlegung des Designs auf ein Feststofftarget werden Design- und Auslegungsarbeiten in entsprechendem Umfang in T1 übernommen. Umgekehrt werden bei Favorisierung des Flüssigmetalltargets gegenüber dem Feststofftarget die Arbeiten von T1 auf T2 übertragen.

In der ESS Studie bis 2003, die bezüglich der Arbeiten zu Target und Targetstation nahezu ausschließlich in JÜLICH durchgeführt wurde, lag der Schwerpunkt der Arbeiten auf dem Target selbst sowie der Erarbeitung des Gesamtkonzeptes und Optimierung des Layouts der Targetstation. Die Auslegung der Moderatoren sowie des Reflektors beschränkte sich auf die Untersuchungen zur neutronischen Effizienz sowie der Handhabung der Komponenten. Aufgrund neuerer Erkenntnisse ist davon auszugehen, dass größere Moderatoren sowie höchstwahrscheinlich andere Reflektormaterialien zum Einsatz kommen werden. Im Rahmen der Design-Update-Phase ist es daher erforderlich diese beiden Komponenten auch unter ingenieurtechnischen Gesichtspunkten im Workpackage **T3 „Konzeptarbeiten zu Moderator und Reflektor“** zu untersuchen. Hierbei muss zwingend die Einbindung in das Gesamtkonzept der Targetstation berücksichtigt werden.

Die in JÜLICH bis 2003 erarbeitete ESS Studie sah als Referenzkonzept ein Hg-Target vor. Im Rahmen dieser Design Update Studie sollen nun in Workpackage **T4 „Konzeptarbeiten zur Targetstation“** auch andere Targetkonzepte auf deren Vor- bzw. Nachteile bezüglich des Referenzkonzeptes untersucht werden. Zusätzlich sind die Möglichkeiten bzw. Auswirkungen einer späteren Erhöhung der Strahlleistung zu berücksichtigen. Hierbei ist es notwendig auch den Einfluss der verschiedenen diskutierten Targetkonzepte auf die Auslegung und das Gesamtkonzept der Targetstation und hier insbesondere auf das Einschluss- sowie das Handhabungskonzept zu untersuchen. Da alle diesbezüglichen Arbeiten bisher durch JÜLICH durchgeführt wurden, bietet sich hier eine Weiterführung dieser Arbeiten unter Einbeziehung der in JÜLICH vorhandenen Expertise an.

## 1.2. Instrumentierungskonzepte

Im Bereich der innovativen Instrumentierung ist das Verbundprojekt in acht Workpackages untergliedert, I1 bis I8 (siehe Organigramm in Kapitel III.2.2 Projektmanagement). Die Ziele der einzelnen Arbeitspakete werden im Folgenden beschrieben. Die detaillierte Beschreibung der geplanten Arbeiten auf der Ebene der Unterarbeitspakete und die dazu geplanten Deliverables, Meilensteine und Ressourcen sind in Kapitel VII.2 (Anhang) zu finden.

Das Workpackage **I1 „Spektroskopie“** umfasst eine Konzeptstudie und die Optimierung der Konfigurationen für kalte und multispektrale Flugzeitspektrometer an der ESS, dabei wird die Pulsstruktur, die Moderatoreigenschaften und die geometrischen Randbedingungen berücksichtigt. Experimentelle Studien, Simulationsrechnungen zur Performance und zur Optimierung für verschiedene Probenotypen unter Einschluss von Methoden zur Vervielfachung der Wiederholungsrate („Repetition Rate Multiplication RRM and Frame Multiplication“) werden unter Berücksichtigung der Polarisationsanalyse durchgeführt.

In Workpackage **I2 „Spinecho- und Larmorinstrumente“** wird eine Anpassung und Optimierung hochauflösender Neutronenspinechospektrometer an die Parameter der ESS Langpulsquelle vorgenommen, dabei werden die Erfahrungen mit den SNS-NSE Spektrometern ausgenutzt. Es werden Untersuchungen neuer Konzepte zur Steigerung der Auflösung durch Kombination optimaler Positionierung von Korrekturspulen mit einem Hauptspulendesign mit minimaler Feldinhomogenität geplant. Letzteres bedingt immer einen Kompromiss zwischen Baugröße, möglicher Strahldivergenz, minimalem Streufeld und maximalem Feldintegral. Hier soll durch kombinierte magnetische und neutronenoptische Simulation das Optimum, das mit den möglichen Parametern der Quelle und den geometrischen Randbedingungen (Platz inklusive Abschirmung) an der ESS möglich ist, gefunden werden. Neben maximaler Intensität und höchster Auflösung durch hohes Feldintegral mit kleiner und korrigierbarer Inhomogenität im Strahlbereich, ist auch die Minimierung des Untergrunds durch Streuung von Funktionskomponenten im Strahl ein wichtiges Entwicklungsziel. Hier soll insbesondere das Potential von adiabatischen HF-Flippern als Ersatz für den  $\pi$ -Flipper im Probenraum betrachtet werden. Parallel steht eine analoge Betrachtung eines Weitwinkelspinechospektrometers mit hoher bis mittlerer Auflösung. Es werden geeignete „Figures-of-merit“ formuliert und zur Optimierung und zum Vergleich der Nutzbarkeit der beiden Konzepte für derzeit bekannte und vorhersehbare „typische“ Messprobleme der höchstaflösenden Spektroskopie angewandt. Weiterhin soll das Potential anderer Larmor-Präzessionsmethoden wie z.B. SESANS bzw. SERGIS, die nicht Geschwindigkeitsänderung sondern Winkelabweichung in Spindrehungen kodieren als „Add-ons“ für Reflektometer (SERGIS) unter den Randbedingungen an der ESS untersucht werden.

Reflektometer zur Untersuchung magnetischer Schichtstrukturen oder adsorbierter Filme auf Festkörpern und Flüssigkeitsoberflächen - in letzter Zeit verstärkt auch mit biologisch aktiven Komponenten - sind in der Flugzeitversion extrem gut an die Eigenschaften einer langsam getakteten Quelle wie die ESS angepasst. Die hohe Intensität der Quelle wird erlauben, in neue, bisher unzugängliche Bereiche vorzudrin-

gen. In Workpackage **13 „Reflektometrie“** ist Entwicklungsarbeit zu leisten zu den Fragen: Erstens, wie kann die Pulslänge der ESS optimal genutzt werden, insbesondere bei Ausnutzung des hohen Flusses einer solchen Langpulsquelle bei gleichzeitig möglichst variabler Q-Auflösung? Und zweitens, wie sind Instrumentierungskonzepte zur nicht-spekularen, inelastischen Streuung und zur Streuung unter streifenförmigem Einfall zur Untersuchung immer bedeutend werdender lateral strukturierter Grenzflächen optimal zu realisieren?

Durch die höchstintensive Quelle ESS und das neuartige Design der Anlage soll die SANS@ESS die weltweit führende Anlage ihrer Art werden. Sie wird einen extremen Q-Bereich in quasi-kontinuierlichen Messungen abdecken. Optional wird sie alle Untersuchungen mit polarisierten Neutronen inklusive Analyse der gestreuten Neutronen ermöglichen. In Workpackage **14 „Kleinwinkelstreuung“** sollen Vorstudien zur technischen Durchführbarkeit und eine konzeptionelle Auslegung des ambitionierten Instruments durchgeführt werden. Ziel des Aufbaus ist die Abdeckung eines maximalen Q-Bereichs bei höchst möglicher Strahlintensität. Hierfür wird das verfügbare Neutronenspektrum durch Chopper optimiert, und die Neutronen werden gleichzeitig in Groß- und Kleinwinkeldetektoren nachgewiesen. Höchste Q-Auflösung soll durch wellenlängenunabhängige Fokussierung und/oder durch neuartige Vielstrahltechniken erreicht werden. Für kinetische Experimente mit Erfassung eines maximalen Q-Bereiches wird die Kollimation durch schnell verfahrbare Elemente so eingestellt, dass sowohl fokussierende Optiken für höchste Q-Auflösung als auch hohe Strahlintensitäten mit höherer Divergenz in kurzen Zeitabständen (weniger als eine Sekunde) eingestellt werden können. Im Rahmen von Konzeptstudien sollen weitere Techniken zur optionalen Erhöhung der Auflösung erarbeitet werden. Vergleichend wird eine an die ESS angepasste „state-of-the-art“ Standard-SANS Anlage speziell optimiert für Soft-Matter Probleme in Form eines Referenzdesigns betrachtet.

Basierend auf der REFSANS Technologie wurde ein neuartiges Konzept für hochauflösende Diffraktometrie mit langen Neutronenpulsen an kontinuierlichen Neutronenquellen entwickelt, das erhebliche schnellere Messungen von Eigenspannungs- und Texturverteilungen erlauben wird als bisher. Dieses Konzept ließe sich in idealer Weise auf eine Langpuls Spallationsquelle wie die ESS übertragen. Das Workpackage **15 „Diffraktometrie“** beinhaltet diese Übertragung bis zum konzeptionellen Design und zur Simulation der Eigenschaften. Die Anlage gewinnt ein extrem hohes Potential dadurch, dass die Langpulse zur Erzielung einer hohen Auflösung strukturiert werden. So wird der hohe Fluss an der ESS gänzlich genutzt und durch die vorgeschlagene Modulationstechnik werden hochauflösende Messungen ermöglicht. Insgesamt entsteht so für ingenieurwissenschaftliche Fragestellungen eine Anlage mit weltweit führendem Potential für die Bestimmung von Eigenspannungen und Texturen in hochsymmetrischen Materialien. Die Anlage wird zudem für den Einsatz von Kleinwinkelstreuung und TOF-Tomographie vorbereitet. Besondere Anforderungen an Instrumentsimulation und Messtechnik entstehen aus dem Gerätekonzept, das in seinem TOF-Design neuartig ist. Das Gerät wird in seinem Gesamtkonzept durch Simulationen bewertet. Zusätzlich sollen durch Messungen an der Testbeamline des HZB mit einem dafür zu beschaffenden Modulationschopper die Ergebnisse der Simulationsrechnungen abgesichert und somit das Gesamtpotential der Anlage verlässlich ermittelt werden. Als kritische Komponenten und Methoden werden zu betrachten sein: Choppersystem, Neutronenoptik, Probenumgebungen, Detektorbank, Optimierung der Pulsstrukturen, Verfahren zur Ermittlung des Spannungstensors, Durchführung von Messungen, die hochauflösende Diffraktometrie, KWS und TOF-

Tomographie umfassen. Ein weiteres Ziel in diesem Workpackage ist es, die Zeitstruktur der ESS Langpulsquelle optimal für Pulverdiffraktometrie zu nutzen, um in Zukunft einer breiten Nutzergemeinde ein effizientes Instrument für die Strukturbestimmung zur Verfügung zu stellen, das bisher nicht erreichbare Ergebnisse liefern können wird, insbesondere sofern gegenwärtige Experimente durch kleine Probenmengen und/oder extreme Probenumgebungsbedingungen beschränkt sind. Mit flexibler und optimierter TOF-Struktur kann wellenlängendispersiv der Schwerpunkt der Wellenlängenverteilung genutzt werden, woraus ein Gewinn gegenüber Diffraktometern an kontinuierlichen Quellen zu erwarten ist, der dem Intensitätsverhältnis von Peakfluss zu mittlerem Fluss entspricht. Im Detail sind dazu die Instrumentkomponenten aufeinander abzustimmen und gegenüber der Quellencharakteristik zu optimieren, insbesondere die Auslegung der Chopperkaskade, eines elliptisch fokussierenden Neutronenleiters und des Detektorsystems.

In Workpackage **16 „Neutronenradiographie/-tomographie“** sollen tomographische Methoden angepasst an die ESS Langpulsquelle konzipiert und untersucht werden. Spezielle Konzepte für schnelle abbildende Methoden und neue Techniken wie TOF-Imaging (energiselektive Bildgebung), quantitative magnetische Tomografie (QMT) und Phasenkontrast/Dunkelfeld-Abbildung sollen entwickelt werden. Besondere Anwendungsbereiche sind: (i.) Abbildung von Texturen und Eigenspannungen durch TOF Imaging; (ii.) Visualisieren von räumlichen Verteilungen von Magnetfeldern durch QMT und (iii.) Untersuchungen von Mikrostrukturen durch Phasenkontrast/Dunkelfeld-Abbildung. Besondere Herausforderung wird hierbei die Realisierung eines Detektors mit schneller Zeitauflösung sowie hohe räumliche Auflösung darstellen.

Im Rahmen von Workpackage **17 „Alternative Konzepte der Spektroskopie“** werden Untersuchung spektroskopischer Methoden, die jenseits von TOF und klassischem NSE zu innovativen Messmöglichkeiten an der ESS Langpulsquelle führen können, untersucht. Die wichtigsten Stichworte hierfür sind: Die Intensitätserhöhung im einfallenden Strahl durch Phasenraumtransformation, die Überführung von Konzepten des Dreiachsenspektrometers auf gepulste Quellen mit hohen Gewinnfaktoren verglichen zu heutigen Reaktorquellen, die Weiterentwicklung der intensitätsmodulierten Resonanzspinecho Methode für gepulste Strahlen und die quasielastische Messungen in magnetischer Umgebung. Bei den Entwicklungen sollen von Beginn an innovative Neutronenleiter mit fokussierenden Elementen berücksichtigt werden. Hierdurch sollen deutliche Fortschritte in der Signalqualität (Signal- zu Untergrundverhältnis) als auch die Untersuchung kleinster Probenmengen ermöglicht werden.

Die Auslegung einer optimierten Experimentierstation für die Neutronenstreuung unter extremen Probenbedingungen für die ESS ist Ziel von Workpackage **18 „Multi Role Restricted Geometry (Extreme Environment) Instrumentation“**. Dabei wird ausgegangen von gemeinsamen Randbedingungen für verschiedenste extreme Probenumgebungen (hohe magnetische Felder, niedrigste und höchste Temperaturen, hoher Druck, flexible Gashandling-Systeme etc). Die Optimierung der kritischen Instrumentparameter soll erfolgen unter besonderer Berücksichtigung von erstens sehr eingeschränkter Geometrie für einfallende und gestreute Neutronen bis hin zur Beschränkung auf Vorwärts- und Rückstreugeometrie und zweitens unter besonderer Berücksichtigung kleinster Probengrößen. Simulation und Optimierung werden zunächst hinsichtlich der drei wesentlichen Streumethoden (Diffraktion, SANS, Spektroskopie) getrennt durchgeführt, mit der Zielsetzung, diese anschließend in einem

einzigem Instrument zu vereinen und zu optimieren. Im Vordergrund steht die Untersuchung der Performance einer derartigen "Multipurpose Extreme Environment" Experimentierstation an einer Langpuls-Spallationsneutronenquelle. Testexperimente zur Neutronenstreuung sind am existierenden EXtreme Environment Diffraktometer EXED am HZB geplant.

### 1.3. Kritische Instrumentkomponenten

Im Bereich kritischer Instrumentkomponenten ist das Verbundprojekt in sieben Workpackages aufgeteilt, K1 bis K7 (siehe Organigramm in Kapitel III.2.2 Projektmanagement). Die Ziele der einzelnen Arbeitspakete werden im Folgenden beschrieben. Die detaillierte Beschreibung der geplanten Arbeiten auf der Ebene der Unterarbeitspakete und die dazu geplanten Deliverables, Meilensteine und Ressourcen sind entsprechend in Kapitel VII.3 (Anhang) zu finden.

Die langen Pulse und die hohe Intensität der ESS stellen besondere Anforderungen an die Komponenten zur Geschwindigkeitsauswahl im Neutronenstrahl dar. Das betrifft einerseits die Strahlungsfestigkeit, andererseits das „pulse shaping“. Eine wesentliche Rolle spielen deshalb in Workpackage **K1 „Chopper“** in diesem Zusammenhang angepasste Chopper mit speziellen Eigenschaften, insbesondere sogenannte  $T_0$ -Chopper zum Schließen des Strahlkanals und zum Blockieren der direkten Sicht zum Zeitpunkt des Auftreffens des Protonenpulses auf das Target und schnelle „pulse shaping“-Chopper. Letztere bestimmen die erreichbare Auflösung bei allen Flugzeitmethoden. Zum Erreichen einer optimalen Funktion der mehr als zwanzig an der ESS vorgesehenen Instrumente ist die rechtzeitige Entwicklung entsprechender Komponenten zur Erzeugung einer gewünschten Zeit und Geschwindigkeitsstruktur des extrahierten Neutronenstrahls essentiell.

Großflächige, effiziente Detektoren sind das Herzstück der meisten Instrumente an Spallationsquellen und tragen entscheidend zu deren hoher Leistung bei. Dies an der ESS ohne den Einsatz von  $^3\text{He}$  zu erreichen, ist ein wichtiges Ziel von Workpackage **K2 „Detektoren“**. Dabei müssen folgende Eigenschaften realisiert werden:

- (i.) Zeitauflösung im  $\mu\text{s}$ -Bereich, um Flugzeittechniken nutzen zu können.
- (ii.) Ortsauflösung im cm-Bereich für inelastische Instrumente und im mm Bereich für Diffraktometer.
- (iii.) Detektoreffizienzen über 50% für thermische Neutronen.
- (iv.)  $\gamma$ -Empfindlichkeit kleiner  $10^{-6}$ .
- (v.) Hohe lokale und globale Zählratenfestigkeit, um den hohen Peakfluss an der ESS nutzen zu können.
- (vi.) Vertretbare Kosten, um große Detektorflächen realisieren zu können.

Hierzu werden verschiedene auf Szintillation basierende Konzepte näher betrachtet und weiterentwickelt. Das sind insbesondere ortsauflösende Detektoren, die das Prinzip der Einkopplung des Szintillationslichts in gekreuzte fluoreszierende Glasfasern nutzt (wavelength shifting fibers) und Angerkameras bei denen der Auftreffpunkt eines Neutrons durch Lokalisierung der Szintillation in Li-Glas mittels eines Photomultiplierarrays bestimmt wird. Weiterhin werden Gas-Detektorkonzepte mit Neutronenabsorption in dünnen Borschichten untersucht. Dabei werden verschiedenen Konzepte untersucht und für hohe Auflösung und/oder große Flächen optimiert. Höchste Ortsauflösung versprechen Microstrip-Gasdetektoren mit dünnen Gd-Folien als Konverter.

Anwendungen mit polarisierten Neutronen gewinnen zunehmend an Bedeutung und es ist absehbar, dass sie für die ESS noch wichtiger werden. Die gepulste Langpulsquelle erfordert es, dass die Polarisatoren über einen breiten Wellenlängenbereich arbeiten und auch bei kürzeren Wellenlängen eine hohe Divergenz bzw. Winkelakzeptanz erlauben. Besonders letztere Eigenschaft wird in hervorragender Weise von  $^3\text{He}$  Polarisatoren erfüllt. Um kontinuierliche Betrieb und Breitbandigkeit zu verbessern sind jedoch im Rahmen von Workpackage **K3 „Polarisatoren ( $^3\text{He}$ )“** weitere Anstrengungen notwendig, die hier geleistet werden sollen.

Der hohe effektive Neutronenfluss der ESS macht neuartige und bisher nicht durchführbare Experimente mit sehr hoher Zeitauflösung oder sehr kleinem Probenvolumen möglich. Dabei können die Proben im Neutronenstrahl unter extremen Bedingungen untersucht werden, sei es bei sehr tiefen oder sehr hohen Temperaturen, sei es bei hohen Drücken, unter Einwirkung von elektromagnetischen Feldern oder mechanischen Kräften, wie Zug, Druck oder Scherung. Durch speziell entwickelte Probenumgebungen wird die Untersuchung der Kinetik von Prozessen, Reaktionen oder anderen Mechanismen möglich. Neben hoch spezialisierten Probenumgebungen, die nur für ein spezielles Experiment gebaut werden, werden auch breiter nutzbare Probenumgebungen für kinetische Experimente benötigt werden, wie unter anderem Zugprüfmaschinen oder schnelle Öfen. Die ESS bietet dabei eine sehr hohe Zeitauflösung, die bisher nicht durchführbare Untersuchungen erlaubt. Vor diesem Hintergrund soll sich das Workpackage **K4 „ESS-spezifische Probenumgebungen“** mit der Integration derartiger Probenumgebungen für kinetische Experimente in die Konzepte der verschiedenen Instrumente befassen und spezielle Methoden hierfür entwickeln. Insbesondere sollen für die verschiedenen kinetischen Experimente Simulationsmodule erstellt werden, die in die Simulationen der verschiedenen im Rahmen dieses Projektes zu quantifizierenden Instrumentkonzepte integriert werden können.

Effektive Komponenten- und Methodenentwicklung für Neutroneninstrumente an gepulsten Quellen erfordert die Verfügbarkeit eines Teststrahlplatzes mit hohem Neutronenfluss und den Voraussetzungen für einen Flugzeitbetrieb. Das HZB realisiert, betreibt und stellt im Rahmen des Workpackage **K5 „Testbeamline“** eine entsprechende Beamline an der kalten Quelle des BERII für die Entwicklung und Tests von spezifischen Methoden (wie beispielsweise Larmorkodierung im Flugzeitbetrieb, MIEZE, MSANS, MISANS, Beambunching oder TOF-Imaging) vor allem für Messungen in Transmission und Vorwärtsstreuung im Kleinwinkelbereich und Komponenten (Detektoren, Polarisatoren, Neutronenoptik, Chopper) zur Verfügung. Für Applikatio-

nen mit hohem Take-Off- bzw. Streuwinkel wird eine weitere Beamline zeitweilig zur Verfügung stehen.

GKSS, HZB und JÜLICH arbeiten gemeinsam mit den anderen Zentren des Helmholtz Programms Forschung mit Photonen, Neutronen und Ionen (PNI) im Rahmen der neu bewilligten High Data Rate Initiative (HDRI) an Strategien zur Bewältigung großer Datenmengen, der Einführung eines einheitlichen Datenformats und Konzepten für einen gemeinsamen Nutzerzugang, Datenkontrolle und Archivierung. Im Rahmen des Workpackages **K6 „Kommunikationsplattform HDRI“** sollen diese Arbeiten mit der ESS vernetzt werden.

Das VITESS (Virtual Instrumentation Tool for the ESS) Simulationsprogramm, das am HZB entwickelt worden ist, ist bestens dazu geeignet, alle Arten von Instrumenten an der ESS zu simulieren. Es wird im Workpackage **K7 „Simulationscode-Entwicklung, Helpdesk“** zusammen mit dem McStas-Programm benötigt, um detaillierte Monte Carlo Simulationen aller ESS-Instrumente durchzuführen, damit die Instrumente auf die bestmögliche Weise gebaut werden. Vergleiche von Simulationen mit zwei Programmen sind unverzichtbar, um falsche Ergebnisse aufgrund einer fehlerhaften Instrumentbeschreibung bzw. Dateneingabe zu verhindern. Gezielte Weiterentwicklung des VITESS-Codes und Bereitstellung neuer virtueller Instrumentkomponenten abgestimmt auf die Bedürfnisse der ESS-Instrumentierung stehen im Fokus dieser Aktivitäten.

#### 1.4. Beschleunigerkomponenten

DESY beteiligt sich im Workpackage **B1 „Supraleitender Linac“** erstens im Rahmen der Modulintegration an der Ausarbeitung des Designs für die technischen Komponenten des supraleitenden Linearbeschleunigers. Der Schwerpunkt dieses Beitrags zum Projekt liegt auf der Analyse und Optimierung bezüglich der Integration aller Komponenten zu serienreifen kompletten Beschleunigermodulen. DESY untersucht weiter in einer Machbarkeitsstudie, inwieweit vorhandene Infrastruktur auf dem Gelände von DESY für Tests der LINAC-Serienkomponenten eingesetzt werden könnte und stellt drittens der ESS-Projektleitung Beratungskompetenz für die Organisation eines Konsortiums zum Bau des Beschleuniger-Komplexes zur Verfügung.

## 1.5. Management

Das Ziel des Arbeitspakets **M1 „Interaktion mit der deutschen Nutzercommunity“** im Bereich Management ist die Bildung einer „Task-Force Instrumentierung“, die ein Instrumentierungskonzept für die ESS unter Einbeziehung der Interessen der deutschen Neutronennutzer erarbeitet. Dabei wird die Zusammenarbeit mit dem Komitee für die Forschung mit Neutronen von großer Bedeutung sein. Die Taskforce hat die Aufgabe, unter Beteiligung der deutschen Neutronennutzer die Bedarfslage in Deutschland zu klären. Es geht darum, die deutschen Interessen zu formulieren und einen gemeinsamen deutschen Auftritt gegenüber der ESS AB zu erreichen. Ziel ist eine von der deutschen Neutronencommunity breit getragene Schwerpunktbildung im Bereich der ESS Instrumentierung.

Das Workpackage **M2 „Projekttablauf, Durchführung und Controlling“** soll einen effizienten und gut orchestrierten Projekttablauf ermöglichen und die verschiedenen Aufgaben koordinieren und aufeinander abstimmen (siehe auch Kapitel 2.2).

## **2. Meilensteinplanung**

### 2.1 Meilensteine

Durch die Komplexität des Verbundprojektes können keine einheitlichen Meilensteine für die Projektlaufzeit angegeben werden. Jeder Themenbereich ordnet sich mit einer unterschiedlichen Zeitstruktur in das Verbundvorhaben und auch in das ESS Gesamtprojekt ein. Die Meilensteine der einzelnen Workpackages sind im Anhang in der jeweiligen Arbeitspaketbeschreibung ersichtlich. Wie bereits in Kapitel 1.1 erwähnt, muss die Interessenlage und der Bedarf der deutschen Neutronennutzer-Gemeinschaft berücksichtigt werden. Ebenso kann der deutsche Beitrag an der Design-Update-Phase nicht für sich alleine gesehen werden, sondern muss sich in das Gesamtprojekt der ESS AB einfügen. Weiterführende Entscheidungen von Seiten der ESS AB müssen in das deutsche Verbundprojekt einfließen. Aus diesen Gründen kann es zu Änderungen in den geplanten Arbeitspaketen, bei den Meilensteinen beziehungsweise zu Verschiebungen der entsprechenden Ressourcen kommen.

### 2.2 Projektmanagement

Das Verbundprojekt der beteiligten Helmholtz-Zentren und der TUM wird von JÜLICH koordiniert. Dazu übernimmt JÜLICH die Management-Workpackages (M). Dadurch werden die folgenden Aufgaben wahrgenommen bzw. koordiniert.

Ein wesentlicher Punkt, der die Steuerung des Projektes beeinflussen wird, ist das Management-Workpackage M1 „Interaktion mit der deutschen Nutzercommunity“. Um das Ziel einer von der deutschen Neutronencommunity breit getragene Schwerpunktbildung im Bereich der ESS Instrumentierung zu erreichen, sollen Workshops organisiert werden, die den Scientific Case einzelner Instrumenttypen herausarbeiten und Rückkopplung von Nutzerwünschen zu den Instrumentierungsmöglichkeiten

sammeln. Nach der Analyse der Nutzerinteressen wird das Ergebnis zusammen mit Resultaten aus den Workpackages im Rahmen der deutschen Neutronenstreutagung zur vorgestellt und diskutiert. Die Ergebnisse können Rückwirkung auf die Workpackages im Bereich Instrumentierungskonzepte (I) haben.

Der Bereich M2: „Projekttablauf, Durchführung und Controlling“ beinhaltet:

- Kommunikation
  - Organisation von Arbeits- und Koordinierungstreffen
  - Informationsaustausch mit der ESS AB
  - Beiträge für Web-Seiten der ESS AB
- Verfolgen des Projektfortschritts und Berichterstattung
  - Kompilierung regelmäßiger Fortschrittsberichte
  - Abschlussbericht
- Verfolgen der Mittelflüsse bzw. Finanzplanung
  - Eigenbeiträge (Zuordnung)
  - Drittmittel (Verwendung)
- Kommunikation und Abstimmung der Arbeit mit dem Projektmanagement in Lund

Die Projektkoordination wird durch ein „Steering Committee“ unterstützt, in das die beteiligten Neutronenzentren sowie die TUM jeweils einen Vertreter entsenden.

Das „Steering Committee“ tagt jährlich, kann aber auf Wunsch von mindestens einem Partner zusätzlich einberufen werden; es entscheidet über alle größeren Programmänderungen. Dazu findet ein jährliches Reporting der Projektverantwortlichen an das „Steering Committee“ statt, was ggf. im Rahmen eines gleichzeitig laufenden „Annual Meeting“ der verschiedenen WP-Verantwortlichen geschehen kann.

Das Verbundprojekt weist darüber hinaus wie im Organigramm ersichtlich und in III.1 beschrieben vier thematische Workpackagebereiche auf. Zu den einzelnen Arbeitspaketen wurden von den Zentren Arbeitsgruppen einrichtet und Federführer benannt. Die Federführer sind verantwortlich für die Abstimmung, den Informationsaustausch und den Informationsfluss zum Gesamtprojektkoordination.

**Abb.1: Organigramm des Verbundprojektes „Mitwirkung der Zentren der Helmholtz-Gemeinschaft und der Technischen Universität München an der Design-Update-Phase der ESS“**



## IV Verwertungsplan

### 1. Wissenschaftliche Erfolgsaussichten

Mit der ESS wird der europäischen und somit auch der deutschen Nutzergemeinschaft eine Neutronenquelle der neusten Generation zur Verfügung gestellt werden. Neutronenstrahlen mit einer bis heute unerreichten Intensität und Brillanz werden letztlich an mehr als zwanzig Instrumenten von Wissenschaftlern genutzt werden können. Neutronen sind die Werkzeuge für Strukturuntersuchungen in den verschiedensten Bereichen der Naturwissenschaft, von Physik, Chemie, Biologie und Geowissenschaften, bis hin zu Materialwissenschaften, Ingenieurwissenschaften und Umweltforschung. An der ESS wird es den Forschern aus allen diesen Bereichen möglich sein, Materialien in situ, in vivo, in Echtzeit und in „real life“-Anwendungen zu untersuchen. Dies wird enorme positive technologische Konsequenzen für die Gesellschaft aber auch die europäische Industrie zur Folge haben. Gleichzeitig wird Europa seine Führungsposition in der Neutronenforschung zurückgewinnen und darüber hinaus ausbauen können.

### 2. Wissenschaftliche Anschlussfähigkeit

Die Geschichte der Spallationsquellen in Europa begann bereits in den 1980er Jahren. In Großbritannien wurde **1984** am Rutherford Appleton Laboratory nahe Oxford mit der ISIS die erste nationale Spallationsquelle in Europa in Betrieb genommen. Auch in Deutschland wurden zur gleichen Zeit Pläne ausgearbeitet, eine Spallations-Neutronenquelle (SNQ) in JÜLICH zu verwirklichen. Dieses Projekt wurde aber **1985** vom damaligen deutschen Bundesminister für Forschung und Technologie Heinz Riesenhuber gestoppt. **1989** folgt am Paul Scherrer Institut mit der SINQ die zweite nationale Spallationsquelle in Europa. Aber bereits **1986** empfiehlt das „Large Facilities Panel“ der Kommission der Europäischen Gemeinschaft, die Möglichkeiten einer Europäischen Spallationsquelle der dritten Generation zu untersuchen. In den Jahren **1991/92** gibt es Initiativen von JÜLICH und dem Rutherford Appleton Laboratory, Pläne für eine Europäische Spallationsquelle (ESS) vorzulegen. **1993** wird das ESS Council gegründet, in dem sich 18 bedeutende Einrichtungen aus 11 Europäischen Ländern organisieren. Ein Konzept der wissenschaftlichen Gestaltung und technische Unterlagen für eine Europäische Spallationsquelle werden **1997** vorgelegt, es kommt aber in Europa nicht zu einer positiven Entscheidung. Der Entwurf wird aber von den USA aufgegriffen und führt zur Konstruktion der amerikanischen Spallationsquelle SNS. **1999** gibt die Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) die Empfehlung aus, neue Neutronenquellen zu errichten. In Amerika, Asien und in Europa soll demnach jeweils eine Anlage einer neuen Generation realisiert werden. Neben der amerikanischen SNS in Oak Ridge entsteht auch in Japan am J-PARC eine leistungsstarke Spallationsquelle. In Europa werden **2001** die Parameter für eine europäische Lösung vorgestellt. Im gleichen Jahr wird auch die ESS Scandinavia gegründet, die **2002** genau wie vier andere Bewerber (Jülich, Leipzig, Oxford und Yorkshire) ein Proposal einreicht, um Standort der ESS zu werden. Die Studien zum grundlegenden technischen Design und der wissenschaftli-

chen Ausrichtung der ESS werden **2003** beendet. Nachdem die europäischen Regierungen, trotz des Bewusstseins der Notwendigkeit einer modernen Neutronenquelle, noch im selben Jahr, **2003**, beschlossen, keine kurzfristige Entscheidung über die Europäische Spallationsquelle zu fällen, musste das ESS Council feststellen, dass eine Weiterführung der Arbeiten nicht sinnvoll war. Infolgedessen löste sich das ESS Council im September **2003** auf. Kurz darauf, im Oktober **2003**, wurde mit der European Spallation Source Initiative (ESSI) eine neue Organisation gegründet, mit der Zielsetzung, die Europäischen Regierungen bis 2007 zu einer Entscheidung zu Gunsten einer Europäischen Spallationsquelle zu bewegen. Einen bemerkenswerten Erfolg verbuchte ESSI im Jahr **2006**, als ESFRI verkündete, das von ESSI verfasste ESS-Proposal in die höchste Kategorie der Fälligkeit der European Road Map aufzunehmen. Im Frühjahr **2008** startete somit, im Rahmen des Europäischen „Seventh Framework Programme“ (FP7), das ESS Preparatory Phase Project (ESS-PP). Die generelle Zielsetzung für ESS-PP lag darin, alle bereits existierenden Informationen zur ESS, der Europäischen Spallationsquelle, zu sammeln und auf den neusten Stand zu bringen sowie legale, organisatorische Aspekte sowie Genehmigungs- und einige technische Fragen zu klären mit dem Ziel, die finale Entscheidung herbeizuführen, die ESS zu realisieren. Zu Beginn der Vorbereitungsphase gab es mit Schweden, Spanien und Ungarn drei ambitionierte Bewerber mit dem Wunsch, die Europäische Spallationsquelle im eigenen Land zu realisieren. ESS-PP hat in Übereinstimmung mit der EU und ESFRI die besondere Wichtigkeit der Standortbestimmung erkannt. Deshalb wurde die „ESFRI Expert Working Group on ESS siting“ (EWESS) gegründet, die dazu beigetragen hat in **2009**, mit Lund einen hervorragenden Standort für die Europäische Spallationsquelle zu finden. Alle gewonnenen Erkenntnisse der ESS Preparatory Phase - das sind, wie bereits geschildert, die Ergebnisse der wissenschaftlichen und technologischen Entwicklungen, aber auch auf dem administrativen Sektor - gehen jetzt im Jahr **2010** in die beginnende Design-Update-Phase ein.

## V Zusammenarbeit mit Dritten

Das Vorhaben beschreibt den zwischen den beteiligten deutschen Partnern abgestimmten Beitrag Deutschlands am Design-Update der ESS. Auf Wunsch des BMBF koordiniert Prof. Dr. Sebastian Schmidt, Mitglied im Vorstand des Forschungszentrum Jülich, den deutschen Beitrag. JÜLICH hat deshalb auch die Koordination des Verbundprojektes übernommen. Die Zusammenarbeit zwischen den einzelnen Institutionen wird durch eine Kooperationsvereinbarung geregelt. Diese befindet sich zum Zeitpunkt des Einreichens des Verbundprojektantrags in der Finalisierungsphase und wird dem Zuwendungsgeber rechtzeitig übermittelt werden.

## **VI Notwendigkeit der Zuwendung**

Die vorgeschlagenen Beiträge sind nicht Teil des HGF Programm-Antrags „Forschung mit Photonen, Neutron und Ionen“ und mithin nicht finanziert aus der Programm-orientierten Förderung. Für den hier geschilderten Beitrag zur ESS müssen rund 21 M€ veranschlagt werden. Auf Grund der hohen strategischen Bedeutung und unserem Interesse an der Nutzung der ESS mit eigenen Instrumenten sind die beteiligten HGF Zentren bereit einen Eigenanteil der Kosten in der Re-Design-Phase selbst zu tragen. Der Eigenanteil der beteiligten Zentren wird dadurch realisiert, dass die ausgewiesenen Vollkosten mit einer Quote von 5/7 gefördert werden.

## VII Anhang

Alle Angaben im Anhang zu Personal verstehen sich in Personalmonaten (PM). Die Angaben zu Verbrauch und Investitionen ist in der Einheit 1000 Euro (k€) angegeben. Die im Folgenden angegebenen Verbrauchsmittel und Investitionen der GKSS sind die tatsächlich den Workpackages zur Verfügung stehenden Mittel. Die GKSS erhebt im Rahmen ihrer Vollkostenrechnung Gemeinkostenzuschläge auf diese Posten. Die Werte im AZK Formular der GKSS enthalten diesen Zuschlag, und weichen deshalb von den hier gelisteten Werten ab. Die Zeitangaben bei den Deliverables bzw. Meilensteinen bezeichnenden Startzeitpunkt (x) des Verbundprojektes plus die entsprechend angegebene Zeit in Monaten.

# 1. Target und Targetstation

## Workpackage T1 „Entwicklungsarbeiten zum Feststofftarget“

<b>Workpackage-Nr.:</b>	T1	<b>Beginn des Projekts:</b>					1.11.2010	
<b>Koordination:</b>	Wolters, JÜLICH							
<b>Teilnehmende Institutionen:</b>	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM	DESY	KIT	FZD	
<b>Personenmonate pro Institution:</b>	80	0	0	0	0	0	0	

### Ziele:

Siehe Vorhabenbeschreibung Kapitel III.1.1

### Arbeitsbeschreibung:

T.1.1	Im Bereich der Feststofftargets ist das Drehtarget eine vielversprechende Möglichkeit auch bei höherer Strahlleistung (auch deutlich über 5 MW hinaus) eine sichere Kühlung zu gewährleisten, sowie durch Verdünnung der Strahlenschädigung auf dem Targetradumfang eine lange Lebensdauer im Strahl zu erreichen. Schon für das Projekt SNQ wurde in JÜLICH ein Drehtarget entwickelt. Im Rahmen dieser Arbeiten soll an die Erfahrungen aus den Jülicher Arbeiten zum SNQ Projekt angeknüpft werden und die Machbarkeit des Drehtargets unter ESS Strahlbedingungen nachgewiesen werden. Dabei kommt neben der Kühlbarkeit insbesondere der technischen Umsetzung des Antriebes sowie der Abdichtung des drehenden Rades eine besondere Bedeutung zu. Neben konstruktiven Arbeiten sind dabei auch Tests mit Prototypcharakter vorgesehen. Zusätzlich zu einer möglichst dichten Packung des Targetmaterials im Targetrad (Edge Cooled Design) soll als konservative Version das „Cannelloni“-Konzept, wie es erfolgreich bei SINQ zum Einsatz kommt auf die Verwendbarkeit für ESS untersucht werden.
-------	--

### Deliverables:

D.T.1.1.1	Report: Untersuchung unterschiedliche Konzepte für die Kühlmittelführung im Targetrad	x+12
D.T.1.1.2	Report: Konzeptkonstruktion einer Lager und Antriebseinheit	x+18
D.T.1.1.3	Report: Bau und Test einer (ggf. skalierten) Lager und Antriebseinheit	x+36

### Meilensteine:

M.T.1.1.1	Entscheidung der Gesamtprojektleitung (ESS-Lund) für ein Targetkonzept (voraussichtl. Ende 2012). Sollte die Entscheidung gegen ein Drehtarget getroffen werden, Abbruch der Arbeiten und Verstärkung der Arbeiten zu T.2.2	x+12
-----------	---	------

### Ressourcen:

Task	Personal			Verbrauch			Investition		
	JÜLICH	KIT	FZD	JÜLICH	KIT	FZD	JÜLICH	KIT	FZD
T.1.1	80	0	0	190	0	0	250	0	0

## Workpackage T2 „Entwicklungsarbeiten zum Flüssigmetalltarget“

<b>Workpackage-Nr.:</b>	T2	<b>Beginn des Projekts:</b>					1.11.2010	
<b>Koordination:</b>	Fischer, KIT							
<b>Teilnehmende Institutionen:</b>	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM	DESY	KIT	FZD	
<b>Personenmonate pro Institution:</b>	23	0	0	0	0	89	36	

### Ziele:

Siehe Vorhabenbeschreibung Kapitel III.1.1

### Arbeitsbeschreibung:

T.2.1	Design eines Flüssigmetalltargets mit alternativer Geometrie (KIT): Im Rahmen dieses Arbeitspakets sollen Erkenntnisse aus aktuellen Flüssigmetalltarget-Entwicklungen wie MEGAPIE, IFMIF, XT-ADS, EURISOL aufgegriffen werden, um ein Flüssigmetalltarget hoher Performance, Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit zu entwickeln und an die geometrisch/physikalischen Begebenheiten in ESS anzupassen. Die Arbeiten umfassen Designstudien und deren thermohydraulische und neutronenphysikalische Analysen mit CFD-, Akustik-, System- und Neutronik-Codes, sowie die Evaluierung geeigneter Strukturwerkstoffe auf der Basis der am KIT vorhandenen Expertise und Materialdatenbanken
T.2.2	Optimierung der Strömungsführung im Flüssigmetalltarget (JÜLICH): Im Rahmen diese Arbeitspakets sollen alternative Strömungskonzepte wie z.B. das Cross-Flow-Design auf die Tauglichkeit zur sicheren Wärmeabfuhr unter den Randbedingungen der ESS Strahlparameter untersucht werden. Zusätzlich soll die Grenze für eine mögliche Strahlleistungserhöhung für ESS bei Verwendung eines Flüssigmetalltargets ermittelt werden. Ziel dieser Arbeiten ist es zum Abschluss der Design-Update-Phase eine Entscheidungsmöglichkeit für die grundsätzliche Strömungsführung im Target zu gewährleisten sowie die Grundlage zur Abwägung des vorzuziehenden Targetskonzeptes zu erarbeiten.
T.2.3	FZD: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erarbeitung eines Instrumentierungskonzeptes für den Flüssigmetallkreislauf unter Berücksichtigung der gegebenen ESS-Randbedingungen sowie der an anderen relevanten Anlagen gesammelten Betriebserfahrungen. Hierbei sind die Strahlenbelastung, die Sicherheit, die geforderte Zuverlässigkeit (evtl. Redundanz) sowie ggf. die fernbedienbare Handhabung zu berücksichtigen.</li> <li>- Für die Analyse der lokalen Strömungsverteilung im Target wird die am FZD entwickelte Contactless Inductive Flow Tomography (CIFT) vorgeschlagen, die auf Magnetfeldmessungen außerhalb der Strömung basiert. Für den Einsatz von CIFT an der Targetströmung werden numerische Simulationen zur Einschätzung der Machbarkeit durchgeführt. Parallel ist zu klären, ob CIFT auch unter den ESS-Strahlungsbedingungen einsatzfähig ist bzw. welche Maßnahmen hierfür erforderlich sind.</li> <li>- Es wird das Konzept für ein vereinfachtes Flüssigmetallmodell der Targetströmung entwickelt, an dem die Möglichkeiten von CIFT für die konkrete Targetströmung anhand vergleichender Ultraschall-Geschwindigkeitsmessungen untersucht werden können. Für die kontaktlose integrale Durchflussmessung werden die am FZD und KIT entwickelten Durchflussmesser vorgesehen.</li> </ul>

### Deliverables:

D.T.2.1.1	Report: Konzeptionelles Design und Dimensionierung des Flüssigmetalltargets, Thermohydraulische und neutronische Analyse	x+15
D.T.2.1.2	Report: Auslegungsdaten zum Target Mockup	x+24
D.T.2.1.3	Report: Bewertung der Machbarkeit des fortschrittlichen Targetkonzeptes	x+36
D.T.2.2.1	Report: Strömungsführung im Flüssigmetall-Target für eine sichere Wärmeabfuhr unter ESS-Betriebsbedingungen und einer ggf. späteren Strahlleistungserhöhung	x+24
D.T.2.3.1	Machbarkeit von CIFT für die Targetströmung (Monat 12)	x+12
D.T.2.3.2	Beschreibung des Instrumentierungskonzeptes (Monat 24)	x+24
D.T.2.3.3	Konzept des Versuchsstandes für Flüssigmetallmodellexperimente zur lokalen Geschwindigkeitsmessung (Monat 36)	x+36

**Meilensteine:**

M.T.2.3.1	Entscheidung der Gesamtprojektleitung (ESS-Lund) für ein Targetkonzept (voraussichtl. Ende 2012). Sollte die Entscheidung gegen ein Flüssigmetalltarget getroffen werden, Beendigung der Arbeiten und Verstärkung der Arbeiten zu T.1.1.	x+12
-----------	--	------

**Ressourcen:**

Task	Personal				Verbrauch				Investition			
	JÜLICH	KIT	FZD		JÜLICH	KIT	FZD		JÜLICH	KIT	FZD	
T.2.1	0	89	0		0	20	0		0	0	0	
T.2.2	23	0	0		40	0	0		0	0	0	
T.2.3	0	0	36		0	0	20		0	0	0	

## Workpackage T3 „Konzeptarbeiten zu Moderator und Reflektor“

<b>Workpackage-Nr.:</b>	T3	<b>Beginn des Projekts:</b>					1.11.2010	
<b>Koordination:</b>	Tiemann, JÜLICH							
<b>Teilnehmende Institutionen:</b>	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM	DESY	KIT	FZD	
<b>Personenmonate pro Institution:</b>	84	0	0	0	0	0	0	

### Ziele:

Siehe Vorhabenbeschreibung Kapitel III.1.1

### Arbeitsbeschreibung:

T.3.1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Zusammengetragen aller verfügbaren Informationen über die thermischen Randbedingungen (Wärmeeintrag je nach verwendetem Material) für Reflektor und Moderatoren. Hierbei ist eine enge Abstimmung mit den andern Projektpartnern notwendig. Aus vorhandenen und noch durch Projektpartner durchzuführenden Rechnungen ist zudem eine Abschätzung der strahlenbedingten Lebenserwartung der targetnahen Strukturen vorzunehmen.</li> <li>2. Optimierung der Geometrie von Moderator und Reflektor. Diese Arbeit erfolgt als iterativer Prozess zwischen neutronischen Rechnungen (z.B. MCNPX / seitens ESS AB) und den ingenieurtechnischen Randbedingungen. Hauptaufgabe dieses Arbeitspaketes ist die Unterstützung der Geometrieoptimierung bezüglich der ingenieurtechnische Auslegung und Handhabung der Komponenten. Hierzu sind ggf. neben Berechnungen auch auslegungsbegleitende Versuche notwendig.</li> <li>3. Erarbeitung und Konsolidierung eines konstruktiven Konzeptes für Moderator und Reflektor unter Berücksichtigung der Kühlbarkeit der targetnahen Strukturen, der Handhabung der Komponenten und der maximalen Neutronenausbeute.</li> </ol>
-------	---

### Deliverables:

D.T.3.1.1	Report: Zusammenfassung der thermischen Randbedingungen sowie der erwarteten Lebensdauer für Moderator und Reflektor	x+12
D.T.3.1.2	Report: Grobkonzept Moderator und Reflektor	x+18
D.T.3.1.3	Report: Detailliertes Konzept Moderator und Reflektor	x+36

### Meilensteine:

M.T.3.1.1	Entscheidung über das weiter zu detaillierende Konzept für Moderator und Reflektor	x+18
-----------	--	------

### Ressourcen:

Task	Personal			Verbrauch			Investition		
	JÜLICH	KIT	FZD	JÜLICH	KIT	FZD	JÜLICH	KIT	FZD
T.3.1	84	0	0	200	0	0	250	0	0

## Workpackage T4 „Konzeptarbeiten zur Targetstation“

<b>Workpackage-Nr.:</b>	T4	<b>Beginn des Projekts:</b>					1.11.2010	
<b>Koordination:</b>	Butzek, JÜLICH							
<b>Teilnehmende Institutionen:</b>	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM	DESY	KIT	FZD	
<b>Personenmonate pro Institution:</b>	105	0	0	0	0	0	0	

### Ziele:

Siehe Vorhabenbeschreibung Kapitel III.1.1

### Arbeitsbeschreibung:

T.4.1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sammeln von allen relevanten Daten über die in Frage kommenden Targetkonzepte (Sicherheitsbetrachtungen der unterschiedlichen Targetkonzepte durch ESS AB, da dort eine engere Anknüpfung an die schwedischen Sicherheitsbehörden existiert)</li> <li>2. Bestimmung aller weiteren Randbedingungen für das Konzept der Targetstation welche sich seit dem Referenz-Design verändert haben. Dies gilt insbesondere auch für eine evtl. mögliche spätere Leistungserhöhung.</li> <li>3. Entwicklung von Konzepten für das generelle Layout der Targetstation für die verschiedenen Targetmaterialien.</li> <li>4. Aufbauend auf den oben erfolgten Konzeptuntersuchungen erfolgt eine weitere Detaillierung des gewählten Konzeptes. Ziel dieser Arbeiten ist es, die Anforderungen an alle Subsystem zu definieren und evtl. die Machbarkeit von Detaillösungen zu Überprüfen, soweit sie für die Verifikation des Gesamtkonzeptes von Relevanz sind. Auf Basis dieser Ergebnisse kann dann später eine Detailkonstruktion und Fertigung der einzelnen Subsysteme und Komponenten erfolgen.</li> </ol>
-------	---

### Deliverables:

D.4.1.1	Report: Grobkonzepte Targetstation für die in Frage kommenden Targettypen (Monat 18)
D.4.1.2	Report: Konzept Targetstation und Subsysteme (Monat 36).

### Meilensteine:

M.T.4.1.1	Reduzierung der Anzahl der zu untersuchenden Targetkonzepte auf maximal 2 (durch die Gesamtprojektleitung) und Fokussierung der Arbeiten auf diese beiden Konzepte.	x+12
M.T.4.1.2	Evtl.: Entscheidung der Gesamtprojektleitung für ein Targetkonzept. In diesem Falle werden die Konzeptarbeiten zur Targetstation für die nicht mehr in Frage kommenden Targetkonzepte abgebrochen und die Arbeiten auf das gewählte Targetkonzept fokussiert.	x+x

### Ressourcen:

Task	Personal			Verbrauch			Investition		
	JÜLICH	KIT	FZD	JÜLICH	KIT	FZD	JÜLICH	KIT	FZD
T.4.1	105	0	0	150	0	0	120	0	0

## 2. Instrumentierungskonzepte

### Workpackage I1 „Spektroskopie“

<b>Workpackage-Nr.:</b>	I1	<b>Beginn des Projekts:</b>					1.11.2010	
<b>Koordination:</b>	Brückel, JÜLICH							
<b>Teilnehmende Institutionen:</b>	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM	DESY	KIT	FZD	
<b>Personenmonate pro Institution:</b>	22	0	11	12	0	0	0	

#### Ziele:

Siehe Vorhabenbeschreibung Kapitel III.1.2

#### Arbeitsbeschreibung:

I.1.1	<p>Auslegung eines hochauflösenden kalten TOF-Spektrometers mit ortsauflösendem Detektor und Polarisationsanalyse (TUM T. Unruh, HZB M. Russina, JÜLICH J. Voigt)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Moderatorspektrum (Zeit- und Wellenlängenspektrum)</li> <li>Definition von Messbereichen für unterschiedliche Anwendungsgebiete</li> <li>Auslegung Choppersystem (Disk, Fermi), auch für RRM und selektiver Pulsunterdrückung</li> <li>Polarisator (Superspiegel)</li> <li>Dimensionierung des Spektrometers (Probenort; Flugraum, Umgebungsbedingungen)</li> <li>Optimierung des Neutronenleitersystems für Proben unterschiedlicher Größe, inklusive Fokussierungstechniken für kleine Probenvolumina</li> <li>Weitwinkelpolarisationsanalysator mit Filterzellen (SEOP, MEOP)</li> <li>Detektor: Spezifikation der Anforderungen für die Task „Detektorentwicklung“</li> <li>Simulation für verschiedene Anwendungen</li> <li>Abschätzung Abschirmung</li> </ol>
I.1.2	<p>Auslegung eines multispektralen TOF-Spektrometers mittlerer, variabler Auflösung mit ortsauflösendem Detektor und Polarisationsanalyse (JÜLICH J. Voigt, HZB M. Russina)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Moderatorspektrum (Zeit- und Wellenlängenverteilung)</li> <li>Optimierung des Strahlextraktions- und Strahlführungssystems</li> <li>Dimensionierung des Spektrometers (Abstände, Probenort; Flugraum)</li> <li>Auslegung und Optimierung Choppersystem für multispektralen Strahl, RRM (Repetition Rate Multiplikation) und selektiver Pulsunterdrückung</li> <li>Polarisator (kontinuierliches SEOP, Superspiegel)</li> <li>Optimierung Neutronentransport (Leitersystem mit Fenster für Scheibenchopper) auch für variable Probengröße einschließlich Fokussierung auf kleine Proben</li> <li>Analysator (SEOP?, MEOP?, Raumwinkelabdeckung, <sup>3</sup>He Bedarf)</li> <li>Detektor: Spezifikation der Anforderungen für die Task „Detektorentwicklung“</li> <li>Simulation für verschiedene Anwendungen</li> <li>Abschätzung Abschirmung</li> </ol>
I.1.3	<p>Experimentelle Studien, Simulation und Optimierung der Datenerfassung, der Auswertung und Analyse für die Methoden der “Repetition Rate Multiplication” und der “Frame Multiplication”. (HZB, M. Russina)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Experimentelle Studien zur Datennahme mit mehreren Wellenlängen</li> <li>Simulation eines Experiments mit RRM</li> </ol>

#### Deliverables:

D.I.1.1.1	Qualifizierte Anforderungen an den Moderator (und ggf. andere Parameter der ESS) für optimale Instrumentperformance sind in Reportform verfügbar.	x+12
D.I.1.1.2	Konzeptuelles Design mit “Figure-of-merit” für verschiedene Anwendungen und Vergleich zu existierenden Instrumenten. Ermittlung der erwarteten Baukosten. Abschluß-	x+36

	bericht.	
D.I.1.2.1	Qualifizierte Anforderungen an den / die Moderator/en (und ggf. andere Parameter der ESS) für optimale Instrumentperformance sind in Reportform verfügbar.	x+12
D.I.1.2.2	Konzeptuelles Design mit "Figure-of-merit" für verschiedene Anwendungen und Vergleich zu existierenden Instrumenten. Spezifikation des Choppersystems für die Realisierung der RRM für einen multispektralen Strahl. Ermittlung der erwarteten Baukosten. Abschlußbericht.	x+36
D.I.1.3.1	Abschlußbericht über Experimente zur Datennahme mit mehreren Wellenlängen, zur Simulation, Datenaufbereitung und Datenanalyse für RRM.	x+36

#### Meilensteine:

M.I.1.1.1	Analytische Abschätzung der Figure-of-merit liegt unter Berücksichtigung des Fehlerbandes genügend weit über existierenden Instrumenten (sonst möglicher Abbruch nach Bewertung durch Koordinierungskomitee).	x+12
M.I.1.2.1	Analytische Abschätzung der Figure-of-merit liegt unter Berücksichtigung des Fehlerbandes genügend weit über existierenden Instrumenten (sonst Abbruch nach Beratung im Koordinierungskomitee).	x+12

#### Ressourcen:

Task	Personal				Verbrauch				Investition			
	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM
I.1.1	11	0	2	12	10	0	0	30	0	0	0	0
I.1.2	11	0	6	0	30	0	6,5	0	15	0	0	0
I.1.3	0	0	3	0	0	0	6	0	0	0	0	0

## Workpackage I2 „Spinecho- und Larmorinstrumente“

<b>Workpackage-Nr.:</b>	I2	<b>Beginn des Projekts:</b>			1.11.2010		
<b>Koordination:</b>	Monkenbusch; JÜLICH						
<b>Teilnehmende Institutionen:</b>	JÜLICH	HZB	GKSS	TUM	DESY	KIT	FZD
<b>Personenmonate pro Institution:</b>	30	11	0	0	0	0	0

### Ziele:

Siehe Vorhabenbeschreibung Kapitel III.1.2

### Arbeitsbeschreibung:

I.2.1	<p>Optimierung eines höchstauflösenden Spinecho-Spektrometers unter den Bedingungen an der ESS Langpulsquelle. (JÜLICH, Monkenbusch)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Modellannahme des Moderatorspektrums</li> <li>2. Spektrometer-Moderator Abstand annehmen</li> <li>3. Neutronentransport             <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Transport Moderator → Spektrometer</li> <li>b. Fokussierung auf kleine Proben ohne Störung der Feldintegralhomogenität</li> </ol> </li> <li>4. Polarisierung (Breitband)</li> <li>5. „Frame-overlap“ Choppersystem</li> <li>6. Optimierung der Magnetfeldkonfiguration</li> <li>7. Magnetische Simulation</li> <li>8. Neutronenoptische Simulation</li> <li>9. Bewertung und ggf. anderes Moderatorspektrum oder anderen Abstand ab 1. oder 2. neu berechnen</li> </ol>
I.2.2	<p>Untersuchungen zur technischen Realisierung (JÜLICH, Monkenbusch)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vergleich normalleitende vs. supraleitende Spulen             <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Bewertung der Betriebserfahrungen mit den SC Spulen am SNS-NSE und deren Übertragung auf andere Konfigurationen</li> <li>b. Maximal realisierbare magnetische Parameter</li> <li>c. Minimal erreichbare Feldintegral-Inhomogenität</li> <li>d. Kostenvergleich</li> </ol> </li> <li>2. Möglichkeit bzw. Notwendigkeit einer magnetischen Abschirmung</li> <li>3. Möglichkeit des Einsatzes von adiabatischen (RF) Flippern ohne Material im Strahl (<math>\pi</math>-flip).</li> <li>4. Bestimmung der notwendigen Feldintegralhomogenitätskorrekturen</li> <li>5. Pilotmessungen an SNS, FRMII, BERII.</li> </ol>
I.2.3	<p>Optimierung eines WideAngleSpinechoSpectrometer für die ESS Langpulsquelle (JÜLICH N.N.)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Moderatorspektrum</li> <li>2. Spektrometer-Moderator Abstand annehmen</li> <li>3. Neutronentransport:             <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Transport Moderator → Spektrometer</li> <li>b. Fokussierung auf kleine Proben ohne Störung der Feldintegralhomogenität</li> </ol> </li> <li>4. Polarisierung (Breitband, großflächig)</li> <li>5. „Frame-overlap“ Choppersystem</li> <li>6. Optimierung der Magnetfeldkonfiguration</li> <li>7. Magnetische Simulation</li> <li>8. Neutronenoptische Simulation</li> <li>9. Bewertung und ggf. anderes Moderatorspektrum oder anderen Abstand ab 1. oder 2. neu berechnen</li> </ol>
I.2.4	<p>Untersuchungen zur technischen Realisierung (JÜLICH N.N.)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vergleich normalleitende vs. supraleitende Spulen             <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Bewertung der Betriebserfahrungen mit den SC Spulen am SNS-NSE und deren Übertragung</li> </ol> </li> </ol>

	<p>auf andere Konfigurationen</p> <p>b. Maximal realisierbare magnetische Parameter</p> <p>c. Minimal erreichbare Feldintegral-Inhomogenität</p> <p>d. Kostenvergleich</p> <p>2. Möglichkeit bzw. Notwendigkeit einer magnetischen Abschirmung</p> <p>3. Möglichkeit des Einsatzes von adiabatischen (RF) Flippern ohne Material im Strahl (<math>\pi</math>-flip).</p> <p>4. Bestimmung der notwendigen Feldintegralhomogenisierungskorrekturen.</p>
I.2.5	<p>SERGIS Add-on an einem Reflektometer (JÜLICH Ioffe, HZB Strobl)</p> <p>1. Auslegung, Wahl der Felderzeugung, Flipper</p> <p>2. Einfluss der Parameter des Reflektometers, inklusive Moderator</p> <p>3. Einfluss der Eigenschaften des notwendigen Zusatzdetektors</p> <p>4. Simulation und Optimierung</p> <p>5. Tests an Reflektometeraufbauten (HZB)</p> <p>6. Figure-of-merit Bewertung</p>

Deliverables:		
D.2.1.1	Qualifizierte Anforderungen an den Moderator (und ggf. andere Parameter der ESS) für optimale Instrumentperformance sind in Reportform verfügbar.	x+12
D.2.2.1	Konzeptionelles Design mit "Figure-of-merit" für verschiedene Anwendungen und Vergleich zu existierenden Instrumenten. Ermittlung der erwarteten Baukosten. Report.	x+36
D.2.3.1	Qualifizierte Anforderungen an den Moderator (und ggf. andere Parameter der ESS) für optimale Instrumentperformance sind in Reportform verfügbar.	x+12
D.2.4.1	Konzeptionelles Design mit "Figure-of-merit" für verschiedene Anwendungen und Vergleich zu existierenden Instrumenten. Ermittlung der erwarteten Baukosten. Report.	x+36
D.2.5.1	Referenzauslegung für SERGIS Add-on an der geplanten SANS. Simulationsresultate zum FOM. Report.	x+36

Meilensteine:		
M.2.1.1	Analytische Abschätzung der Figure-of-merit liegt unter Berücksichtigung des Fehlerbandes genügend weit über existierenden Instrumenten (Koordinationskomitee entscheidet über Weiterführung).	x+12
M.2.2.1	Technische Realisierbarkeit zu akzeptablen Kosten realisierbar? (sonst Abbruch durch Koordinationskomitee)	x+24
M.2.3.1	Analytische Abschätzung der Figure-of-merit liegt unter Berücksichtigung des Fehlerbandes genügend weit über existierenden Instrumenten (Koordinationskomitee entscheidet über Weiterführung).	x+12
M.2.4.1	Technische Realisierbarkeit zu akzeptablen Kosten realisierbar? (sonst Abbruch durch Koordinationskomitee)	x+24
M.2.5.1	Technische Realisierbarkeit ohne Beeinträchtigung des „Mutterinstruments“? (sonst Abbruch durch Koordinationskomitee)	x+18

Ressourcen:														
Task	Personal					Verbrauch					Investition			
	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM		JÜLICH	GKSS	HZB	TUM		JÜLICH	GKSS	HZB	TUM
I.2.1	12	0	0	0		16	0	0	0		10	0	0	0
I.2.2	12	0	0	0		28	0	0	0		25	0	0	0
I.2.3	3	0	0	0		5	0	0	0		0	0	0	0
I.2.4	3	0	0	0		5	0	0	0		0	0	0	0
I.2.5	0	0	11	0		0	0	17,5	0		0	0	0	0

## Workpackage I3 „Reflektometrie“

<b>Workpackage-Nr.:</b>	I3	<b>Beginn des Projekts:</b>				1.11.2010		
<b>Koordination:</b>	Steitz, HZB							
<b>Teilnehmende Institutionen:</b>	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM	DESY	KIT	FZD	
<b>Personenmonate pro Institution:</b>	15	18	14	0	0	0	0	

### Ziele:

Siehe Vorhabenbeschreibung Kapitel III.1.2

### Arbeitsbeschreibung:

I.3.1	<p>Reflektometer für magnetische Schichten (JÜLICH Mattauch ,GKSS Lott)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Moderatorspektrum</li> <li>2. Spektrometer-Moderator Abstand annehmen</li> <li>3. Neutronentransport               <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Transport Moderator → Spektrometer</li> <li>b. Fokussierung auf kleine Proben (hohe Sensitivität)</li> <li>c. Fokussierung auf Detektor (hohe Auflösung)</li> </ol> </li> <li>4. „Frame-overlap“, „Pulse shaping“ Choppersystem: Optimierung für hochauflösende Messungen (in Q und t)</li> <li>5. Polarisation und Analyse (Breitband, vektoriell)</li> <li>6. Neutronenoptische Simulation</li> <li>7. Bewertung und ggf. anderen Abstand annehmen</li> <li>8. GISANS</li> <li>9. Vergrößerung des Q-Bereichs</li> <li>10. Verbesserung der Zeitauflösung</li> </ol>	
I.3.2	<p>Reflektometer für Flüssigkeiten und weiche Materie (HZB Steitz, GKSS Moulin)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Moderatorspektrum</li> <li>2. Spektrometer-Moderator Abstand annehmen</li> <li>3. Neutronentransport               <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Transport Moderator → Spektrometer</li> <li>b. geneigter Strahl auf horizontale Probenoberfläche</li> <li>c. Fokussierung auf kleine Proben (hohe Sensitivität)</li> <li>d. Fokussierung auf Detektor (hohe Auflösung)</li> </ol> </li> <li>4. „Frame-overlap“, „Pulse shaping“ Choppersystem: Optimierung für hochauflösende Messungen (in Q und t)</li> <li>5. Neutronenoptische Simulation</li> <li>6. Bewertung und ggf. anderen Abstand annehmen</li> <li>7. GISANS</li> <li>8. Vergrößerung des Q-Bereichs</li> <li>9. Verbesserung der Zeitauflösung</li> </ol>	
I.3.3	<p>SERGIS add-on (HZB, Strobl, Steitz)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Auslegung, Wahl der Felderzeugung, Spulen, Folien, ggf. Flipper</li> <li>2. Simulation und Optimierung der SE-Konfiguration, ggf. Entwicklung notwendiger Module</li> <li>3. Aufbau eines Prototypen</li> <li>4. Exp. Tests an Flugzeitinstrumenten</li> </ol>	
<b>Deliverables:</b>		
D.3.1.1	<p>Qualifizierte Anforderungen an den Moderator (und ggf. andere Parameter der ESS) für optimale Instrumentperformance sind in Reportform verfügbar.</p>	x+12
D.3.1.2	<p>Konzeptuelles Design mit „Figure-of-merit“ für verschiedene Anwendungen und Vergleich zu existierenden Instrumenten. Ermittlung der erwarteten Baukosten. Report.</p>	x+36
D.3.2.1	<p>Qualifizierte Anforderungen an den Moderator (und ggf. andere Parameter der ESS) für optimale Instrumentperformance sind in Reportform verfügbar.</p>	x+12

D.3.2.2	Konzeptuelles Design mit "Figure-of-merit" für verschiedene Anwendungen und Vergleich zu existierenden Instrumenten. Ermittlung der erwarteten Baukosten. Report.	x+36
D.3.3.1	Konzeptuelles Design des SERGIS Aufbaus in Reportform verfügbar.	x+18
D.3.3.2	Testaufbau verfügbar.	x+30
D.3.3.3	Experimentelle Tests in Reportform verfügbar.	x+36

#### Meilensteine:

M.3.1.1	Analytische Abschätzung der „Figure-of-merit“ liegt unter Berücksichtigung des Fehlerbandes hinreichend weit über existierenden Instrumenten (Koordinationskomitee entscheidet über Weiterführung).	x+12
M.3.1.2	Instrument zu akzeptablen Kosten realisierbar? (sonst Abbruch durch Koordinationskomitee)	x+24
M.3.2.1	Analytische Abschätzung der „Figure-of-merit“ liegt unter Berücksichtigung des Fehlerbandes hinreichend weit über existierenden Instrumenten (Koordinationskomitee entscheidet über Weiterführung).	x+12
M.3.2.2	Instrument zu akzeptablen Kosten realisierbar? (sonst Abbruch durch Koordinationskomitee)	x+24
M.3.3.1	Prototyp zu akzeptablen Kosten realisierbar (sonst Abbruch durch Koordinationskomitee)	x+18
M.3.3.2	SERGIS add-on Prototyp realisiert.	x+30

#### Ressourcen:

Task	Personal					Verbrauch					Investition			
	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM		JÜLICH	GKSS	HZB	TUM		JÜLICH	GKSS	HZB	TUM
I.3.1	7,5	9	0	0		15	8	0	0		7,5	0	0	0
I.3.2	7,5	9	8	0		15	9	13	0		7,5	0	0	0
I.3.3	0	0	6	0		0	0	12	0		0	0	150	0

## Workpackage I4 „Kleinwinkelstreuung“

<b>Workpackage-Nr.:</b>	I4	<b>Beginn des Projekts:</b>			1.11.2010		
<b>Koordination:</b>	Willumeit, GKSS						
<b>Teilnehmende Institutionen:</b>	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM	DESY	KIT	FZD
<b>Personenmonate pro Institution:</b>	10	50	2	0	0	0	0

### Ziele:

Siehe Vorhabenbeschreibung Kapitel III.1.2

### Arbeitsbeschreibung:

I.4.1	<p>Innovatives SANS Instrument für die ESS (GKSS Willumeit, JÜLICH Frielinghaus)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Erarbeitung des Designs Neutronenoptik;</li> <li>2. Flugzeittechnik und Abschirmung zur Erzielung eines hohen Flusses und niedrigen Untergrundes sowie eine neue Mechanik zur Anpassung der Primärkollimation im Subsekunden Bereich. Diese anspruchsvolle Entwicklung inkl. Bau eines Prototyps und Tests im Neutronenstrahl begründen den vergleichsweise hohen Personaleinsatz der GKSS.</li> <li>3. Erarbeitung des Designs für polarisierte Messungen mit großflächiger Polarisationsanalyse.</li> <li>4. Numerische Simulation der Leistungsfähigkeit der SANS-Anlage.</li> </ol>
I.4.2	<p>Referenzdesign für eine SANS Anlage mit GISANS Option, die für hohen Durchsatz und Messungen im Subsekundenbereich von „Soft-Matter“ Proben optimiert ist. (JÜLICH Frielinghaus, GKSS Willumeit)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Formulierung geeigneter „Figure(s)-of-merit“.</li> <li>2. Simulation für mögliche Geometrie und Moderatoreigenschaften für typische Proben.</li> <li>3. Vergleich der FOMs und ggf. Optimierungsiterationen unter Berücksichtigung der Ergebnisse.</li> <li>4. Referenzauslegung für SESANS Add-on an der geplanten SANS</li> </ol>

### Deliverables:

D.I.4.1.1	Neutronenoptisches Design der Anlage entwickelt und numerische Simulation, Bericht	x+18
D.I.4.1.2	SANS spezifische Anforderungen an den Moderator (und ggf. andere Parameter der ESS) für optimale Instrumentperformance sind in Reportform verfügbar.	x+24
D.I.4.1.3	Detektorkonzept der Anlage entwickelt und numerische Simulation, Bericht	x+24
D.I.4.1.4	Testaufbau eines neutronenoptischer Komponenten mit Wechsel der Einstellungen im Sub-Sekundenbereich am Neutronenstrahl (HZB) getestet, Bericht	x+30
D.I.4.1.5	Vergleich des Potentials unterschiedlicher Konzepte für Neutronenoptik und Detektor für höchste q-Auflösung ( $q_{\min} \sim 10^{-4} \text{ nm}^{-1}$ ), Bericht	x+30
D.I.4.1.6	Vergleich des Potentials unterschiedlicher Konzepte für Polarisation und Polarisationsanalyse, Bericht	x+30
D.I.4.1.7	Design des SANS@ESS mit „Figure-of-merit“ für verschiedene Anwendungen und Vergleich zu existierenden Instrumenten abgeschlossen. Ermittlung der erwarteten Baukosten. Report.	x+36
D.I.4.2.1	GISANS spezifische Anforderungen an den Moderator (und ggf. andere Parameter der ESS) für optimale Instrumentperformance sind in Reportform verfügbar.	x+18
D.I.4.2.2	Untersuchung der Optimierungsmöglichkeiten der Auflösung $\Delta q/q$ , Bericht	x+30
D.I.4.2.3	Referenzauslegung für SESANS Add-on an der geplanten SANS. Simulationsresultate zum FOM. Report. (siehe D.3.5.1)	x+36
D.I.4.2.4	Design des GISANS@ESS mit „Figure-of-merit“ für verschiedene Anwendungen und Vergleich zu existierenden Instrumenten abgeschlossen. Ermittlung der erwarteten Baukosten. Report.	x+36

Meilensteine:		
M.I.4.1.1	Analytische Abschätzung der Figure-of-merit für SANS@ESS liegt unter Berücksichtigung des Fehlerbandes genügend weit über existierenden Instrumenten (Koordinationskomitee entscheidet über Weiterführung).	x+12
M.I.4.1.2	Technische Realisierbarkeit von SANS@ESS zu akzeptablen Kosten realisierbar? (sonst Abbruch durch Koordinationskomitee)	x+24
M.I.4.2.1	Analytische Abschätzung der Figure-of-merit für GISANS@ESS liegt unter Berücksichtigung des Fehlerbandes genügend weit über existierenden Instrumenten (Koordinationskomitee entscheidet über Weiterführung).	x+12
M.I.4.2.2	Technische Realisierbarkeit von GISANS@ESS zu akzeptablen Kosten realisierbar? (sonst Abbruch durch Koordinationskomitee)	x+24
M.I.4.2.3	Technische Realisierbarkeit von SESANS Add-on zu akzeptablen Kosten realisierbar? (sonst Abbruch durch Koordinationskomitee)	x+24

Ressourcen:														
Task	Personal					Verbrauch					Investition			
	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM		JÜLICH	GKSS	HZB	TUM		JÜLICH	GKSS	HZB	TUM
I.4.1	5	50	2	0		10	79	5	0		0	55	0	0
I.4.2	5	0	0	0		10	0	0	0		35	0	0	0

## Workpackage I5 „Diffraktometrie“

<b>Workpackage-Nr.:</b>	I5	<b>Beginn des Projekts:</b>				1.11.2010		
<b>Koordination:</b>	Kampmann, GKSS							
<b>Teilnehmende Institutionen:</b>	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM	DESY	KIT	FZD	
<b>Personenmonate pro Institution:</b>	12	57	11	0	0	0	0	

### Ziele:

Siehe Vorhabenbeschreibung Kapitel III.1.2

### Arbeitsbeschreibung:

I.5.1	<p>Engineering Diffraktometer für die ESS (GKSS Kampmann)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Erarbeitung des Designs des Engineering Diffraktometers (Neutronenoptik: Neutronenleiter und Wechselkollimator mit Strahlfokussierung; Sollerkollimator zwischen Probe und Detektor); Flugzeittechnik (Grobchopper zur Untergrundunterdrückung; Feinchopper für flexible Einstellung mittlerer und höchster Wellenlängenauflösung); Probenorte; Detektorsysteme (für Messungen von Textur, Eigenspannung(stensor); TOF-Tomographie sowie KWS)</li> <li>2. Numerische Simulation der Leistungsfähigkeit der Anlage für Eigenspannungs-, Textur- und KWS-Messungen sowie TOF-Tomographie.</li> <li>3. Konkretisierung des Designs und Kostenabschätzung für das Gesamtinstrument.</li> <li>4. Testexperimente an der Testbeamline (K5) mit Hilfe eines im Rahmen des Projektes beschafften Choppersystems, Durchführung von Proof-of-Principle Messungen. Dies erfordert einen höheren Personaleinsatz, als die reine Konzeption und Simulation des Instruments.</li> <li>5. Überprüfung inwieweit das entwickelte Design für hochauflösende Einkristall- und Pulverdiffraktometrie durch ergänzende Methoden (z. B. TOF-Fouriertechnik) an einer Langpulsquelle genutzt werden kann.</li> </ol>
I.5.2	<p>Pulverdiffraktometer (JÜLICH Schweika, HZB Lieutenant)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Konzeptausarbeitung und Vergleich mit existierenden Instrumenten.</li> <li>2. Berechnungen zur Realisierbarkeit des auflösungsbestimmenden Choppers</li> <li>3. Numerische Simulation und Optimierung des Neutronentransports hinsichtlich Auflösung und Intensität.</li> <li>4. Ermittlung geschätzter Baukosten und Zeitplan</li> </ol>

### Deliverables:

D.I.5.1.1	Überblick zum Gesamtdesign der Anlage und erste Bewertungen der zu erwartenden Performance (GKSS)	x+12
D.I.5.1.2	Qualifizierte Anforderungen an den Moderator (und ggf. andere Parameter der ESS) für optimale Instrumentperformance sind in Reportform verfügbar. (GKSS)	x+24
D.I.5.1.3	Konzeptuelles Design mit "Figure-of-merit" für Messungen von Textur- und Eigenspannungsmessungen sowie Vergleich zu existierenden Instrumenten. Report (GKSS)	x+24
D.I.5.1.4	Konzeptuelles Design mit "Figure-of-merit" für Messungen von TOF-Imaging und SANS-Analysen sowie Vergleich zu existierenden Instrumenten. Report (GKSS)	x+30
D.I.5.1.5	Ermittlung des Potentials der Anlage für hochauflösende Einkristall- und Pulverdiffraktometrie (GKSS)	x+30
D.I.5.1.6	Konkretisierung des Designs und Ermittlung der erwarteten Baukosten. Report. (GKSS)	x+36
D.I.5.2.1	Konzeptvorstellung und Bewertung (JÜLICH)	x+12
D.I.5.2.2	Qualifizierte Anforderungen an den Moderator (und ggf. andere Parameter der ESS) für optimale Instrumentperformance sind in Reportform verfügbar. (JÜLICH)	x+24
D.I.5.2.3	Simulationen Neutronentransport (JÜLICH)	x+30
D.I.5.2.4	Konkretisierung des Designs und Ermittlung der erwarteten Baukosten. Report. (JÜLICH)	x+36

Meilensteine:		
M.I.5.1.1	Analytische Abschätzung der zu erwartenden Figure-of-merit liegt genügend weit über existierenden Instrumenten (sonst Abbruch nach Beratung im Koordinierungskomitee).	x+12
M.I.5.1.2	Technische Realisierbarkeit zu akzeptablen Kosten realisierbar? (sonst Abbruch durch Koordinierungskomitee)	x+24
M.I.5.2.1	Analytische Abschätzung der zu erwartenden Figure-of-merit liegt genügend weit über existierenden Instrumenten (sonst Abbruch nach Beratung im Koordinierungskomitee).	x+12
M.I.5.2.2	Technische Realisierbarkeit zu akzeptablen Kosten realisierbar? (sonst Abbruch durch Koordinierungskomitee)	x+24

Ressourcen:														
Task	Personal					Verbrauch					Investition			
	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM		JÜLICH	GKSS	HZB	TUM		JÜLICH	GKSS	HZB	TUM
I.5.1	0	57	0	0		0	45	0	0		0	180	0	0
I.5.2	12	0	11	0		20	0	12,5	0		10	0	0	0

## Workpackage I6 „Neutronenradiographie/-tomographie“

<b>Workpackage-Nr.:</b>	I6	<b>Beginn des Projekts:</b>					1.11.2010	
<b>Koordination:</b>	Kardjilov, HZB							
<b>Teilnehmende Institutionen:</b>	JÜLICH	HZB	GKSS	TUM	DESY	KIT	FZD	
<b>Personenmonate pro Institution:</b>	0	14	18	36	0	0	0	

### Ziele:

Siehe Vorhabenbeschreibung Kapitel III.1.2

### Arbeitsbeschreibung:

I.6.1	<p>GKSS Beckmann, HZB Kardjilov, TUM Schillinger</p> <p>Die energieselektive Abbildung und Tomographie bietet bei der Nutzung einer gepulsten Quelle die inhärente Möglichkeit über die Flugzeit einen materialspezifischen Kontrast (Bragg-Kante) auszunutzen. Insbesondere ist durch akkurate Vermessung von Bragg-Kanten sogar eine Spannungsanalyse im untersuchten Material möglich. Hierbei ist eine detaillierte Analyse des zur Verfügung stehenden Neutronenspektrums gegenüber kontinuierlichen Reaktorquellen erforderlich. Der antizipierte Gewinnfaktor gegenüber bestehenden Anlagen an Reaktoren mit weißem Strahl ist jedoch nur durch eine optimierte Detektorkonfiguration zu erwarten, bei der über viele Einzelpulse hinweg mehrere Zeit-/Energiefenster pro Puls aufintegriert werden können. Entsprechende Vorarbeiten und Testmessungen sind erforderlich.</p>
I.6.2	<p>GKSS Beckmann, HZB Kardjilov, TUM Schillinger,</p> <p>Mit Hilfe der Phasenkontrast/Dunkelfeld Abbildung sollen Kontrastschärfe und Auflösung bei der Abbildung von magnetischen und andren Mikro-/Nanostrukturen deutlich erhöht werden. Erste Anwendungen wurden an kontinuierlichen Quellen mit teilweise sehr langen Messzeiten durchgeführt. Simulationen mit unterschiedlichen Strahlgeometrien und Strahlkonditionierungen sollen mögliche Gewinnfaktoren und bessere Quantifizierungsmöglichkeiten unter Ausnutzung der Langpulsquelle aufzeigen.</p>
I.6.3	<p>HZB Hilger, TUM Schulz</p> <p>Mit Hilfe der Polarisationsanalyse sollen Experimente zur quantitativen magnetischen Tomographie ermöglicht werden. Hierbei sind Inhomogenitäten in den zu untersuchenden Proben mögliche Ursachen für Fehlinterpretation von komplementären Messungen. Zusätzlich sollen tomographische Algorithmen entwickelt werden, die die 3D-Verteilung des Magnetfeldes rekonstruieren. Die Möglichkeiten der Kontrasterhöhung durch die Pulsstruktur der Quelle sollen untersucht werden. Hierbei sind besondere Anforderungen an die Polarisation und Spinanalyse zu definieren. Einflüsse einer magnetischen Umgebung innerhalb einer Radiographie-Tomographie-Anlage sind zu simulieren.</p>

### Deliverables:

D.6.1.1	Qualifizierte Anforderungen an den Moderator (und ggf. andere Parameter der ESS) für optimale Instrumentperformance sind in Berichtform verfügbar.	x+12
D.6.1.2	Konzeptionelles Design mit "Figure-of-merit" für verschiedene Anwendungen und Vergleich zu existierenden Instrumenten. Erprobung von Detektorkonzepten für gleichzeitige hohe Zeit- und Ortsauflösung. Testexperimente von Materialphasenanalyse, Bragg-edge-mapping, Eigenspannungs- und Texturanalyse in Transmissionsgeometrie.	x+24
D.6.1.3	Ermittlung der erwarteten Baukosten unter Berücksichtigung unterschiedlicher Experimentkonfigurationen und Anwendungsfelder. Bericht.	x+36
D.6.2.1	Qualifizierte Anforderungen an den Moderator (und ggf. andere Parameter der ESS) für optimale Instrumentperformance sind in Berichtform verfügbar.	x+12
D.6.2.2	Konzeptionelles Design mit "Figure-of-merit" für verschiedene Anwendungen der Gitterinterferometrie mit gepulsten Strahlen und Vergleich zu existierenden Instrumenten und komplementären Strahlungsarten (Röntgen, Synchrotronstrahlung).	x+24
D.6.2.3	Optimierung der Gitterinterferometrie-Option für Untersuchungen von Mikrostrukturen und magnetische Domänen. Testexperimente und Optimierung der Experimentbedingungen. Bericht.	x+36

D.6.3.1	Qualifizierte Anforderungen an den Moderator (und ggf. andere Parameter der ESS) für optimale Instrumentperformance sind in Berichtform verfügbar.	x+12
D.6.3.2	Konzeptionelles Design mit "Figure-of-merit" für verschiedene Anwendungen der magnetischen Tomographie und Vergleich zur Instrumentierung an kontinuierlichen Quellen. Entwicklung von mathematischen Algorithmen für quantitative magnetische Tomographie (Vektortomographie)	x+24
D.6.3.3	Testexperimente und Optimierung der Experimentbedingungen. Ermittlung der erwarteten Kosten für den Zusatz einer Polarisationsoption an einer Tomographieanlage unter Berücksichtigung der Entwicklungen in K3. Bericht.	x+36

#### Meilensteine:

M.6.1.1	Analytische Abschätzung der Figure-of-merit liegt unter Berücksichtigung des Fehlerbandes genügend weit über existierenden Instrumenten (sonst Abbruch nach Beratung im Koordinierungskomitee).	x+18
M.6.1.2	Testexperimente falls bislang fertige Testbeamline mit optimalen Bedingungen für TOF Imaging existiert. Anwendungsbereiche definieren.	x+36
M.6.2.1	Technische Realisierbarkeit mit absehbar verfügbaren Technologien zu akzeptablen Kosten möglich? (sonst Abbruch durch Koordinierungskomitee)	x+18
M.6.2.2	Testexperimente falls bislang fertige Testbeamline mit optimalen Bedingungen für Phasenkontrast Bildgebung mittels Gitterinterferometrie existiert. Anwendungsbereiche definieren.	x+36
M.6.3.1	Analytische Abschätzung der Figure-of-merit liegt unter Berücksichtigung des Fehlerbandes genügend weit über existierenden Instrumenten (sonst Abbruch nach Beratung im Koordinierungskomitee).	x+18
M.6.3.2	Rekonstruktionsalgorithmen für quantitative magnetische Tomographie am gepulsten Neutronenstrahl. Anwendungsbereiche definieren.	x+36

#### Ressourcen:

Task	Personal					Verbrauch					Investition			
	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM		JÜLICH	GKSS	HZB	TUM		JÜLICH	GKSS	HZB	TUM
I.6.1	0	9	5	18		0	7	20	90		0	0	60	0
I.6.2	0	9	4	12		0	8	0	30		0	0	0	0
I.6.3	0	0	5	6		0	0	32,5	30		0	0	40	0

## Workpackage 17 „Alternative Konzepte der Spektroskopie“

<b>Workpackage-Nr.:</b>	17	<b>Beginn des Projekts:</b>					1.11.2010	
<b>Koordination:</b>	Neuhaus, TUM							
<b>Teilnehmende Institutionen:</b>	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM	DESY	KIT	FZD	
<b>Personenmonate pro Institution:</b>	0	0	11	36	0	0	0	

### Ziele:

Siehe Vorhabenbeschreibung Kapitel III.1.2

### Arbeitsbeschreibung:

I.7.1	Nutzung von Phasenraumtransformation zur Intensitätserhöhung im Primärstrahl, Simulation von technischen Realisierungen von Phasenraumtransformatoren, Nutzung von Multianalysator-techniken (flat cone, 2D-Detektor etc.) zur Intensitätserhöhung im Sekundärspektrometer, Simulation eines $Q,\omega$ selektiven Streuinstrumentes
I.7.2	Untersuchung zur technischen Realisierung von Resonanzspinechospektrometern an lang gepulsten Quellen, Simulation des Messbereichs in $Q,\tau$ unter Berücksichtigung der Neuentwicklung von Resonanzspulen. Ermöglichung von Messungen unter magnetischer Umgebung. Hochaufgelöste Diffraktion mit Resonanzspinechotechniken und gleichzeitiger Ausnutzung der Zeitstruktur des gepulsten Strahls.
I.7.3	Fokussierende Spiegelanordnungen: Mit der Verfügbarkeit von optimierten Superspiegelbeschichtungen ( $m>5$ ) werden die Selektion und die Fokussierung von Neutronenstrahlen gezielt ermöglicht. Neben der Untergrundoptimierung sollen mittels variabel fokussierenden Spiegelsystemen die in den Probenraum geleiteten Neutronenstrahlen ausschließlich den Probenbereich beleuchten. Die hohe Pulsintensität der ESS soll die Untersuchung kleinster Probenmengen ermöglichen. Für die Experimentoptimierung sind hierfür auf kleinste Flächen fokussierte Neutronenstrahlen erforderlich um das Signal zu Untergrundverhältnis bei einer Messung zu optimieren. Für Strahlgrößen im Sub-Millimeterbereich sind umfangreiche Simulationen und Testmessungen mit entsprechenden Spiegeln erforderlich.

### Deliverables:

D.I.7.1.1	Qualifizierte Anforderungen an den Moderator (und ggf. andere Parameter der ESS) für optimale Instrumentperformance sind in Berichtsform verfügbar.	x+12
D.I.7.1.2	Konzeptionelles Design mit "Figure-of-merit" für verschiedene Anwendungen und Vergleich zu existierenden Instrumenten. Ermittlung der erwarteten Baukosten. Bericht.	x+36
D.I.7.2.1	Qualifizierte Anforderungen an den Moderator (und ggf. andere Parameter der ESS) für optimale Instrumentperformance sind in Berichtsform verfügbar.	x+12
D.I.7.2.2	Konzeptionelles Design mit "Figure-of-merit" für verschiedene Anwendungen und Vergleich zu existierenden Instrumenten. Ermittlung der erwarteten Baukosten. Bericht.	x+36
D.I.7.3.1	Simulationen zur Optimierung von Strahlparametern für I.7.1 und I.7.2, Bericht	x+15
D.I.7.3.2	Machbarkeitsstudie zur Realisierung von Fokussierungselementen für ESS Instrumente, Bericht	x+36

### Meilensteine:

M.I.7.1.1	Analytische Abschätzung der Figure-of-merit liegt unter Berücksichtigung des Fehlerbandes genügend weit über existierenden Instrumenten.	x+12
M.I.7.1.2	Technische Realisierbarkeit unter Berücksichtigung der verfügbaren Technologien zu akzeptablen Kosten möglich? (sonst Abbruch durch Koordinierungskomitee)	x+18
M.I.7.2.1	Analytische Abschätzung der Figure-of-merit liegt unter Berücksichtigung des Fehlerbandes genügend weit über existierenden Instrumenten.	x+12
M.I.7.2.2	Technische Realisierbarkeit der neuen Resonanzspinechosspulen zu akzeptablen Kosten möglich? (sonst Abbruch durch Koordinierungskomitee)	x+18

M.I.7.3.1	Analytische Abschätzung möglicher Strahlgeometrien zum Input an Instrumentsimulationen.	x+12
M.I.7.3.2	Simulationsergebnisse zur Spezifikation eines Prototypen	x+24

<b>Ressourcen:</b>														
Task	<b>Personal</b>					<b>Verbrauch</b>					<b>Investition</b>			
	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM		JÜLICH	GKSS	HZB	TUM		JÜLICH	GKSS	HZB	TUM
I.7.1	0	0	6	18		0	0	7,5	30		0	0	0	0
I.7.2	0	0	5	18		0	0	5	40		0	0	0	0
I.7.3	0	0	0	24		0	0	0	40		0	0	0	0

## Workpackage I8 „Multi Role Restricted Geometry (Extreme Environment) Instrumentation”

<b>Workpackage-Nr.:</b>	I8	<b>Beginn des Projekts:</b>					1.11.2010	
<b>Koordination:</b>	Prokhnenko, HZB							
<b>Teilnehmende Institutionen:</b>	JÜLICH	HZB	GKSS	TUM	DESY	KIT	FZD	
<b>Personenmonate pro Institution:</b>	0	14	0	0	0	0	0	

### Ziele:

Siehe Vorhabenbeschreibung Kapitel III.1.2

### Arbeitsbeschreibung:

I.8.1	<p>Simulation und Optimierung der Leistungsfähigkeit eines Pulver- und Einkristalldiffraktometers bei eingeschränkter Winkelgeometrie / kleiner Probengröße hinsichtlich:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Moderatoranforderungen</li> <li>2. Optimierung des Chopper-Systems (Fermi-Chopper, Disk-Chopper + Pulse-Shaping und Beam-Multiplexing für hohe Auflösung)</li> <li>3. Optimierung des Neutronenleitersystems mit fokussierenden Neutronenoptiken</li> <li>4. Anforderungen an das Detektorsystem</li> <li>5. Besondere Anforderungen an Probenraum und Umgebung (Plattform, Probentisch); bestmögliche Unterdrückung parasitärer Signale und Minimierung von Luftstreuung</li> <li>6. Besondere Optionen: Auslegung einer Polarisationsoption für die Diffraktometrie</li> </ol> <p>Experimentelle Überprüfung der Simulationsergebnisse anhand von Diffraktionsexperimenten an EXED (HZB).</p>
I.8.2	<p>Simulation und Optimierung der Leistungsfähigkeit eines Chopperinstruments für die Kleinwinkelstreuung (SANS) bei eingeschränkter Winkelgeometrie / kleiner Probengröße hinsichtlich:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Moderatoranforderungen</li> <li>2. Optimierung des Chopper-Systems (Disk-Chopper)</li> <li>3. Optimierung des Neutronenleitersystems mit Kollimationsstrecke</li> <li>4. Spezifikation des Detektorsystems</li> <li>5. Besondere Anforderungen an Probenraum und Umgebung (Plattform, Probentisch); bestmögliche Unterdrückung parasitärer Signale und Minimierung von Luftstreuung</li> <li>6. Besondere Optionen: TISANE, Polarisationsoption</li> </ol> <p>Experimentelle Überprüfung der Simulationsergebnisse mit SANS-Experimenten an EXED (HZB).</p>
I.8.3	<p>Simulation und Optimierung der Leistungsfähigkeit einer TOF-Konfiguration für inelastische Streuexperimente bei eingeschränkter Winkelgeometrie bzw. kleiner Probengröße hinsichtlich:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Moderatoranforderungen</li> <li>2. Optimierung des Chopper-Systems (Disk- und Fermi-Chopper, Fermi-Chopper + Repetition Rate Multiplication)</li> <li>3. Optimierung des Neutronenleitersystems (fokussierende Neutronenoptiken)</li> <li>4. Spezifikation des Detektorsystem</li> <li>5. Besondere Anforderungen an Probenraum und Umgebung (Plattform, Probentisch); bestmögliche Unterdrückung parasitärer Signale und Minimierung von Luftstreuung</li> <li>6. Besondere Optionen: Polarisationsoption</li> </ol> <p>Experimentelle Weiterentwicklung des TOF-Modus an EXED zur Durchführung von inelastischen TOF-Experimenten. Überprüfung der Simulationsergebnisse an weiterentwickeltem Instrument.</p>
I.8.4	<p>Simulation der Vereinigung der verschiedenen Anwendungen (Diffraktion, SANS, Spektroskopie) in einer einzigen Experimentierstation „Multi Role Extreme Environment Neutron Station“</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Globale Optimierung, die simultan die Randbedingungen aus I.8.1-3 erfüllt. Ableitung von Parametern zur Leistungsfähigkeit und Vergleich zur Individualoptimierung.</li> <li>2. Gewichtung der unterschiedlichen Streutechniken und Untersuchung der Auswirkungen auf das Instrumentdesign.</li> </ol>

Deliverables:		
D.8.1.1 D.8.2.1 D.8.3.1	Qualifizierte Anforderungen an den Moderator (und ggf. andere Parameter der ESS) für optimale Instrumentperformance aus der Individualoptimierung der drei untersuchten Streutechniken (Diffraktion, SANS, Spektroskopie) unter eingeschränkter Streugeometrie sind in Reportform verfügbar.	x+12
D.8.1.2 D.8.2.2 D.8.3.2	Konzeptuelles Design eines Instruments, das auf eine der drei untersuchten Streutechniken (Diffraktion, SANS, Spektroskopie) optimiert ist unter Angabe einer "Figure-of-merit". Vergleich zu existierenden Instrumenten. Ermittlung der erwarteten Baukosten. Report.	x+36
D.8.4.1	Qualifizierte Anforderungen an den Moderator (und ggf. andere Parameter der ESS) für optimale Instrumentperformance aus der Globaloptimierung der drei untersuchten Streutechniken (Diffraktion, SANS, Spektroskopie) unter eingeschränkter Streugeometrie sind in Reportform verfügbar.	x+12
D.8.4.2	Konzeptuelles Design eines Instruments, das auf alle drei untersuchte Streutechniken (Diffraktion, SANS, Spektroskopie) simultan optimiert ist unter Angabe einer "Figure-of-merit". Vergleich zu existierenden Instrumenten. Ermittlung der erwarteten Baukosten. Report.	x+36

Meilensteine:		
M.8.1.1	Analytische Abschätzung der Figure-of-merit liegt unter Berücksichtigung des Fehlerbandes genügend weit über existierenden Instrumenten (sonst möglicher Abbruch nach Bewertung durch Koordinationskomitee).	x+12
M.8.2.1	Analytische Abschätzung der Figure-of-merit liegt unter Berücksichtigung des Fehlerbandes genügend weit über existierenden Instrumenten (sonst Abbruch nach Beratung im Koordinierungskomitee).	x+12
M.8.3.1	Analytische Abschätzung der Figure-of-merit liegt unter Berücksichtigung des Fehlerbandes genügend weit über existierenden Instrumenten (sonst möglicher Abbruch nach Bewertung durch Koordinationskomitee).	x+12
M.8.4.1	Analytische Abschätzung der Figure-of-merit liegt unter Berücksichtigung des Fehlerbandes genügend weit über existierenden Instrumenten (sonst Abbruch nach Beratung im Koordinierungskomitee).	x+12

Ressourcen:														
Task	Personal					Verbrauch					Investition			
	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM		JÜLICH	GKSS	HZB	TUM		JÜLICH	GKSS	HZB	TUM
I.8.1	0	0	3	0		0	0	5	0		0	0	0	0
I.8.2	0	0	3	0		0	0	5	0		0	0	0	0
I.8.3	0	0	5	0		0	0	40	0		0	0	200	0
I.8.4	0	0	3	0		0	0	5	0		0	0	0	0

### 3. Kritische Instrumentkomponenten

#### Workpackage K1 „Chopper“

<b>Workpackage-Nr.:</b>	K1	<b>Beginn des Projekts:</b>					1.11.2010	
<b>Koordination:</b>	Stelzer, JÜLICH							
<b>Teilnehmende Institutionen:</b>	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM	DESY	KIT	FZD	
<b>Personenmonate pro Institution:</b>	35	0	2	12	0	0	0	

#### **Ziele:**

Siehe Vorhabenbeschreibung Kapitel III.1.3

#### **Arbeitsbeschreibung:**

K.1.1	T0-Chopper: Evaluation zum Entwicklungsstand, Ermittlung von Neu- und Weiterentwicklungspotential (JÜLICH). Entwicklung von Fermi- (JÜLICH) und Scheibenchoppersystemen (TUM, JÜLICH) mit für die hohe Strahlenbelastung geeigneten Konzepten für wartungsarme, langzeitaugliche Lager- und Antriebssysteme sowie zur Verwendung von Rotormaterialien und -beschichtungen.
K.1.2	Entwicklung zur Befestigung von Fermipaketen in neuartigen Chopperkonzepten; Anordnung von Fermi-Choppersystemen zur Minimierung der kinetischen Energie und Flexibilisierung der Öffnungsfunktion (JÜLICH); Berücksichtigung rotodynamischer Effekte.
K.1.3	Ausrüstung der Rotoren mit Absorbermaterial für hohe Rotationsgeschwindigkeiten und bei besonders hoher Strahlenbelastung: Möglichkeiten und Methoden zur Integration von Absorbermaterial in nicht-metallischen Verbundwerkstoffen (TUM) und zur Beschichtung metallischer Werkstoffe (JÜLICH).
K.1.4	Untersuchung der Wechselwirkung von externen Magnetfeldern und Chopperbetrieb, Temperaturentwicklung und Kühlung (JÜLICH).
K.1.5	Repetition rate multiplication chopper: Evaluation zum Entwicklungsstand, Ermittlung von Neu- und Weiterentwicklungspotential (HZB)

#### **Deliverables:**

D.K.1.1.1	Report zur Evaluation und zum Konzeptdesign	x+18
D.K.1.1.2	Design Report	x+36
D.K.1.2.1	Report zum Konzeptdesign	x+18
D.K.1.2.2	Design Report	x+36
D.K.1.3.1	Report zum Konzeptdesign	x+18
D.K.1.3.2	Design Report	x+36
D.K.1.4.1	Report zum Konzeptdesign	x+18
D.K.1.4.2	Design Report	x+36
D.K.1.5.1	Report zur Evaluation und zum Konzeptdesign	x+18
D.K.1.5.2	Design Report	x+36

#### **Meilensteine:**

M.K.1.1.1	Quellnächste Chopperposition und Strahlenbelastung ist ermittelt. Identifizierung der Materialanforderungen und deren Verfügbarkeit.	x+12
M.K.1.1.2	Konzeptdesign ist erfolgreich abgeschlossen.	x+18

M.K.1.2.1	Konzeptdesign ist erfolgreich abgeschlossen.	x+18
M.K.1.3.1	Konzeptdesign ist erfolgreich abgeschlossen.	x+18
M.K.1.4.1	Konzeptdesign ist erfolgreich abgeschlossen.	x+18
M.K.1.5.1	Konzeptdesign ist erfolgreich abgeschlossen.	x+18

<b>Ressourcen:</b>														
Task	<b>Personal</b>					<b>Verbrauch</b>					<b>Investition</b>			
	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM		JÜLICH	GKSS	HZB	TUM		JÜLICH	GKSS	HZB	TUM
K.1.1	10	0	2	8		37,5	0	5	25		40	0	0	0
K.1.2	10	0	0	0		37,5	0	0	0		40	0	0	0
K.1.3	5	0	0	4		37,5	0	0	15		40	0	0	0
K.1.4	10	0	0	0		37,5	0	0	0		40	0	0	0

## Workpackage K2 „Detektoren“

<b>Workpackage-Nr.:</b>	K2	<b>Beginn des Projekts:</b>				1.11.2010		
<b>Koordination:</b>	Zeitelhack, TUM							
<b>Teilnehmende Institutionen:</b>	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM	DESY	KIT	FZD	
<b>Personenmonate pro Institution:</b>	70	87	47	36	0	0	0	

### Ziele:

Siehe Vorhabenbeschreibung Kapitel III.1.3

### Arbeitsbeschreibung:

K.2.1	<p>Weiterentwicklung von Szintillationsdetektoren mit wellenlängenschiebenden optischen Fasern, insbesondere für große Flächen. Kooperation mit POWGEN (SNS). Gegenstand der Untersuchungen sind die für diesen Detektortyp verfügbaren Komponenten und deren geometrische Anordnungen mit dem Ziel, die Detektionseigenschaften zu optimieren und bei großen modularen Detektorsystemen eine möglichst hohe effektive, aktive Detektorfläche zu erreichen. Von wesentlicher Bedeutung sind dabei auch die Lichtdetektion über den Einsatz von Multianoden-Photomultipliern zur Kostenreduktion sowie die Entwicklung geeigneter Ausleseelektronik und Algorithmik zur Erkennung der Neutronenereignisse. (JÜLICH)</p>
K.2.2	<p>Weiterentwicklung von Anger-Detektoren für große Flächen. Im Rahmen dieses Projektes werden Detektorkonzepte untersucht, bei denen über den Einsatz von optischen abbildenden Komponenten und Multianoden-Photomultipliern eine höhere Zählratenfähigkeit und eine Verbesserung der Ortsauflösung bei reduzierten Kosten erreicht wird. (JÜLICH)</p>
K.2.3	<p>Entwicklung neuartiger ortsauflösender Detektoren in denen die Neutronen in dünnen Bor-Schichten absorbiert werden. Mittelfristig sollen damit leistungsfähige <sup>3</sup>He-freie Detektoren für ein breites Anwendungsspektrum unter anderem für Einkristalldiffraktometer, Eigenspannungs- und Texturdiffraktometer; Reflektometer, KWS-Anlagen sowie für inelastische Spektrometer entwickelt werden. (GKSS, HZB, TUM)</p> <p>GKSS, HZB und TUM werden sich mit Fragen der Herstellung und Charakterisierung dünner fester <sup>10</sup>Bor-Konverterschichten beschäftigen. Der Einfluss unterschiedlicher Herstellungsverfahren, des Substrats und dessen Topologie sollen mit verschiedenen Methoden analysiert werden. Die Leistungsfähigkeit der zu untersuchenden Konverterschichten soll in kleinen Prototypdetektoren studiert und mit Simulationsrechnungen verglichen werden.</p> <p>GKSS wird zudem großflächige Detektorkonzepte entwickeln, die aus lamellaren Elektrodenpaketen aufgebaut werden, in denen die Neutronen jeweils unter kleinen Winkeln oder auch senkrecht auf die Konverterelektroden treffen. Die Ortserkennung wird vorzugsweise über eine Delayline Auslese erfolgen (alternativ: Ladungsteilung). Eine Kooperation mit der Industrie zur Herstellung eines geeigneten Testdetektors und der Vorbereitung von Tests wird angestrebt. GKSS wird das Detektorkonzept entwickeln, Konverterelektroden beschichten und charakterisieren sowie umfangreiche Tests mit Neutronen durchführen. Auf der Basis der an einzelnen Konverterschichten gewonnenen Erfahrungen wird GKSS einen Prototypdetektor entwickeln, der die Bewertung von Eigenschaften und Kosten lamellarer Elektrodenpakete für großflächige Detektoren für elastische Streuung (aktive Fläche bis 1m × 1m; Ortsauflösung hor.: sub-mm; vert.: wenige mm) und auch für inelastische Experimente (aktive Fläche bis 3m × 0,1m; Ortsauflösung hor.: sub-cm; vert.: wenige cm) ermöglichen wird.</p>
K.2.4	<p>Bau von Gadolinium-basierten MSGC-Detektoren mit sehr guter Ortsauflösung, sehr hoher Zählratenfestigkeit, Zeitaufösungen im Nanosekundenbereich und Parallaxefreiheit. Mit diesen Eigenschaften sind diese Detektoren ideal für Anwendungen für Instrumente der Reflektometrie und Radiographie/Tomographie an der ESS. (HZB, JÜLICH, TUM)</p>

### Deliverables:

D.K.2.1.1	Größenabhängige Kostenermittlung; Bericht; (JÜLICH)	x+18
D.K.2.1.2	Prototyp-Design der kompletten Zählkette; Bericht; (JÜLICH)	x+18
D.K.2.1.3	Prototyp mit Testresultaten und Design; Bericht; (JÜLICH)	x+36

D.K.2.2.1	Größenabhängige Kostenermittlung; Bericht; (JÜLICH)	x+18
D.K.2.2.2	Prototyp-Design der kompletten Zählkette; Bericht; (JÜLICH)	x+18
D.K.2.2.3	Prototyp mit Testresultaten und Design; Bericht; (JÜLICH)	x+36
D.K.2.3.1	Fertigung eines Testdetektors mit 2d-delay-line Auslese für die Charakterisierung einzelner Konverterelektroden mit Neutronen; (GKSS)	x+8
D.K.2.3.2	Bereitstellung, Charakterisierung und Optimierung von Elektroden mit dünnen Konversionsschichten; (GKSS)	x+18
D.K.2.3.3	Design und Fertigung eines Prototypdetektors zur Bewertung des Potentials und der Kosten; (GKSS)	x+24
D.K.2.3.4	Optimierung einer Sputteranlage der GKSS für die Beschichtung großflächiger Konversionselektroden; (GKSS)	x+24
D.K.2.3.5	Charakterisierung und Bewertung lamellarer Elektrodenpakete für elastische und inelastische Instrumente, Abschätzung von Gesamtkosten für Detektormodule; (GKSS)	x+36
D.K.2.3.6	Untersuchung unterschiedlicher Herstellungsverfahren für <sup>10</sup> B-Konverterschichten, Bericht; (GKSS, HZB, TUM)	x+24
D.K.2.3.7	Studie der Leistungsfähigkeit von <sup>10</sup> B Konverterschichten in Prototypdetektoren; (HZB, TUM)	x+36
D.K.2.4.1	Charakterisierung der MSGC (inkl. Konverter) mit vereinfachter Ausleseelektronik; Bericht; (HZB, TUM)	x+18
D.K.2.4.2	Größenabhängige Kostenermittlung; Bericht; (HZB)	x+18
D.K.2.4.3	Validierung der Frontend-Elektronik und gegebenenfalls Redesign (ASIC, FPGA); (HZB, JÜLICH)	x+24
D.K.2.4.4	Untersuchung nicht brennbarer Zählgase und Design eines kompakten Gashandlingssystems; (HZB, TUM)	x+30
D.K.2.4.5	Prototyp mit Testresultaten und Design; Bericht; (HZB)	x+36
D.K.2.4.6	Studie der Langzeitstabilität und von Alterungseffekte; Bericht; (HZB)	x+36

#### Meilensteine:

M.K.2.1.1	Detektorprinzip erfolgreich demonstriert mit Quantifizierung der Nachweiswahrscheinlichkeit.	x+12
M.K.2.2.1	Detektorprinzip erfolgreich demonstriert mit Quantifizierung der Nachweiswahrscheinlichkeit	x+12
M.K.2.3.1	Detektorprinzip erfolgreich demonstriert mit Optimierung der Konversionsschicht und Quantifizierung der Nachweiswahrscheinlichkeit sowie der Gamma-Empfindlichkeit	x+18
M.K.2.3.2	Anlage für effiziente und großflächige Beschichtung mit Neutronenkonverterschichten ist betriebsbereit	x+24
M.K.2.3.3	Konzept des großflächigen Nachweises von Neutronen bei Einfall unter kleinen Winkeln auf Konverterschichten mittels eines Prototyp-Detektors erfolgreich getestet.	x+36
M.K.2.4.1	Detektorprinzip erfolgreich demonstriert mit Quantifizierung der Nachweiswahrscheinlichkeit	x+24

#### Ressourcen:

Task	Personal				Verbrauch				Investition			
	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM
K.2.1	46	0	0	0	85	0	0	0	280	0	0	0
K.2.2	24	0	0	0	40	0	0	0	70	0	0	0
K.2.3	0	87	0	36	0	368	20	67	0	639	0	0
K.2.4	0	0	47	0	0	0	180	0	0	0	400	0

## Workpackage K3 „Polarisatoren (<sup>3</sup>He)”

<b>Workpackage-Nr.:</b>	K3	<b>Beginn des Projekts:</b>				1.11.2010		
<b>Koordination:</b>	Ioffe, JÜLICH							
<b>Teilnehmende Institutionen:</b>	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM	DESY	KIT	FZD	
<b>Personenmonate pro Institution:</b>	31	0	2	0	0	0	0	

### Ziele:

Siehe Vorhabenbeschreibung Kapitel III.1.3

### Arbeitsbeschreibung:

K.3.1	Instrumentenspezifische Implementierung von <sup>3</sup> He-Filtern: Filterzelle mit großem Raumwinkel bzw. großem Volumen (SEOP Ioffe) (JÜLICH)
K.3.2	Design einer <sup>3</sup> He-SEOP Pumpstation mit hohem Durchsatz (SEOP Ioffe)

### Deliverables:

D.K.3.1.1	Prototyp des kompakten on-beam SEOP Analysator für KWS	x+18
D.K.3.2.1	Designreport für eine Pumpstation mit hohem Durchsatz, Test der kritischen Komponenten	x+24
D.K.3.2.2	Prototyp der Pumpstation mit hohem Durchsatz*)	x+36

### Meilensteine:

M.K.3.1.1	Konzeptdesign des kompakten on-beam SEOP Analysator für KWS ist erfolgreich abgeschlossen.	x+6
M.K.3.2.1	Konzeptdesign der Pumpstation mit hohem Durchsatz ist erfolgreich abgeschlossen.	x+18
M.K.3.2.2	Test der kritischen Komponenten der Pumpstation ist erfolgreich abgeschlossen.	x+24

### Ressourcen:

Task	Personal				Verbrauch				Investition			
	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM
K.3.1	10	0	2	0	50	0	5	0	10	0	0	0
K.3.2	21	0	0	0	50	0	0	0	10	0	0	0

\*) Die Entscheidung für die Realisierung von D.K.3.2.2, in welchem Fall JÜLICH ca. 500,000€ an Eigenmittel investieren würde, hängt von den positiven Ergebnissen des M.K.3.2.2 ab.

## Workpackage K4 „ESS-spezifische Probenumgebungen“

<b>Workpackage-Nr.:</b>	K4	<b>Beginn des Projekts:</b>	1.11.2010				
<b>Koordination:</b>	Staron, GKSS						
<b>Teilnehmende Institutionen:</b>	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM	DESY	KIT	FZD
<b>Personenmonate pro Institution:</b>	0	30	2	0	0	0	0

### Ziele:

Siehe Vorhabenbeschreibung Kapitel III.1.3

### Arbeitsbeschreibung:

K.4.1	Erstellen einer Liste von möglichen neuartigen Probenumgebungen für kinetische Experimente mit variablen externen Parametern und hoher Zeitauflösung
K.4.2	Erstellen von Probenumgebungs-Modulen für Instrument-Simulationen nach Bedarf
K.4.3	Sammeln von Design-Konzeptvorschlägen für universell einsetzbare Probenumgebungen, GKSS (Staron), HZB (Kiefer)

### Deliverables:

D.K.4.1.1	Liste von möglichen neuartigen Probenumgebungen für kinetische Experimente mit variablen externen Parametern und hoher Zeitauflösung	x+36
D.K.4.2.1	Probenumgebungs-Module für Instrument-Simulationen	x+36
D.K.4.3.1	Sammlung von Design-Konzepten für universell einsetzbare Probenumgebungen	x+36

### Meilensteine:

M.4.2.1	Entscheidung über Erstellung von Probenumgebungs-Modulen für Instrument-Simulationen	x+12
---------	--	------

### Ressourcen:

Task	Personal					Verbrauch					Investition			
	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM		JÜLICH	GKSS	HZB	TUM		JÜLICH	GKSS	HZB	TUM
K.4.1	0	5	0	0		0	2	0	0		0	0	0	0
K.4.2	0	20	0	0		0	11	0	0		0	0	0	0
K.4.3	0	5	2	0		0	2	5	0		0	0	0	0

## Workpackage K5 “Testbeamline”

<b>Workpackage-Nr.:</b>	K5	<b>Beginn des Projekts:</b>				1.11.2010		
<b>Koordination:</b>	Strobl, HZB							
<b>Teilnehmende Institutionen:</b>	JÜLICH	HZB	GKSS	TUM	DESY	KIT	FZD	
<b>Personenmonate pro Institution:</b>	0	67	0	0	0	0	0	

### Ziele:

Siehe Vorhabenbeschreibung Kapitel III.1.3

### Arbeitsbeschreibung:

K.5.1	Planung und Aufbau einer flexiblen und ausbaufähigen Beamline in Absprache mit Partnern (J. Neuhaus, TUM; R. Kampmann, GKSS; A. Ioffe, M. Monkenbusch, JÜLICH) -) Erhebung der Anforderungen -) Auslegung eines flexiblen und kontinuierlich ausbaufähigen Grundkonzepts -) zügige Einrichtung der Beamline, Aufbau des Leiters und Schaffung einer ersten Messposition -) kontinuierlicher Weiterausbau für polarisierte Neutronen und gepulsten Strahl mit flexibler Wellenlängenaufösung, sowie Ausbau der Messposition für komplexere Aufbauten und entsprechende Infrastruktur
K.5.2	Dem Stand des Ausbaus der Beamline entsprechend Durchführung von Messungen an Chopperkomponenten, 3He-Zellen, Detektoren und neutronenoptischen Komponenten sowie Komponenten zur Entwicklung neuer Methoden in enger Zusammenarbeit mit den Partnern aus den entsprechenden Workpackages insbesondere K1-K4, I2-I4,I6 .
K.5.3	Dem Stand des Ausbaus der Beamline entsprechend Durchführung von Tests und Messungen zur Methodenentwicklung für alle entsprechenden Workpackages insbesondere I2-I4,I6.

### Deliverables:

D.K.5.1.1	Beamline ist verfügbar.	x+8
D.K.5.2.1	Durchführung der Messungen an Komponenten, Reporterstellung, Weiterentwicklung, Optimierung.	x+20
D.K.5.3.1	Durchführung der Messungen an Komponenten und zur Entwicklung von neuen Streumethoden, Reporterstellung, Weiterentwicklung, Optimierung.	x+36

### Meilensteine:

M.K.5.1.1	Erhebung der Ansprüche und Festlegung der Realisierung	x+3
M.K.5.2.1	Testplatz kann mit Neutronen benutzt werden.	x+10
M.K.5.3.1	Testplatz kann mit voller Flexibilität für ein breites Spektrum von möglichen Tests benutzt werden.	x+20
M.K.5.3.2	Methoden, Komponenten und methodenspezifische Aufbauten wurden verwirklicht, getestet, optimiert und stehen zur Verfügung.	x+36

### Ressourcen:

Task	Personal				Verbrauch				Investition			
	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM
K.5.1	0	0	33	0	0	0	49	0	0	0	520	0
K.5.2	0	0	12	0	0	0	49	0	0	0	40	0
K.5.3	0	0	22	0	0	0	49,5	0	0	0	40	0

## Workpackage K6 „Kommunikationsplattform HDRI“

<b>Workpackage-Nr.:</b>	K6	<b>Beginn des Projekts:</b>				1.11.2010		
<b>Koordination:</b>	Beckmann, GKSS							
<b>Teilnehmende Institutionen:</b>	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM				
<b>Personenmonate pro Institution:</b>	0	30	2	0	0	0	0	

### Ziele:

Siehe Vorhabenbeschreibung Kapitel III.1.3

### Arbeitsbeschreibung:

K.6.1	Für die effiziente Nutzung der neuen gepulsten Neutronenquelle ist die Erweiterung und Anpassung der in der in der neuen HDRI eingeplanten Arbeitspunkte zwingend erforderlich. Hierzu gehören die Definition und Erweiterung des 'Standard Data Formats' auf die Eigenschaften der Neuen Quelle. Für ausgewählte Messmethoden (z.B. Tomographie) wird der Datenfluss des Experiments bis zur Auswertung definiert, und eine Softwarekette für Echtzeitkontrolle des laufenden Experimentes entwickelt. Die Anforderungen für die Umsetzung eines gemeinsamen Nutzerzuganges, eine gemeinsame Sichtbarkeit der Messdaten und ein Konzept zur Datenarchivierung werden definiert.
-------	--

### Deliverables:

D.K.6.1.1	Erweiterung des POF-HDRI-'Standard Data Formats' auf die ESS-Quelleigenschaften	x+36
D.K.6.1.2	Beispielhafte Anwendung des Datenformats auf eine Messmethode (Tomographie)	x+36
D.K.6.1.3	Softwarebibliothek für Echtzeitkontrolle der ausgewählten Messmethode	x+36
D.K.6.1.4	Konzeptentwicklung für gemeinsamen Nutzerzugang, Datenkontrolle und Archivierung	x+36

### Meilensteine:

M.K.6.1.1	Beschreibung der Erweiterung des 'Standard Data Formats'	x+12
M.K.6.1.2	Softwarekonzept für die Anwendung in einer Messmethode (Tomographie)	x+24
M.K.6.1.3	Demonstration einer Onlineauswertung (Online-Rekonstruktion, Tomographie)	x+36
M.K.6.1.4	Konzept für gemeinsamen Nutzerzugang, Datenkontrolle und Archivierung	x+36

### Ressourcen:

Task	Personal				Verbrauch				Investition			
	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM
K.6.1	0	30	2	0	0	15	5	0	0	18	0	0

## Workpackage K7 „Simulationscode-Entwicklung, Helpdesk“

<b>Workpackage-Nr.:</b>	K7	<b>Beginn des Projekts:</b>	01.11.2010				
<b>Koordination:</b>	Lieutenant, HZB						
<b>Teilnehmende Institutionen:</b>	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM	DESY	KIT	FZD
<b>Personenmonate pro Institution:</b>	0	0	42	0	0	0	0

### Ziele:

Siehe Vorhabenbeschreibung Kapitel III.1.3

### Arbeitsbeschreibung:

K.7.1	Beratung bei und Unterstützung von Simulationsaufgaben mit VITESS und McStas in Kooperation mit dem „ESS data management center“ (Universität Kopenhagen)
K.7.2	Weiterentwicklung von VITESS (Instrumentvisualisierung, numerische Optimierung, Multiprozessorfähigkeit, Erweiterung der Funktionalität der Benutzeroberfläche, Source Code Entwicklung neuer Komponenten und Generalüberholung bestehender Komponenten: Monochromator, Detektor, Diffraktionslinsen, ...)
K.7.3	Helpdesk Funktion, Vervollständigung der Dokumentation, Verbesserung der Kommunikation mit und unter VITESS-Nutzern, Unterstützung für Macintosh

### Deliverables:

D.K.7.1.1	Leistungscharakteristik der Instrumente als Funktion von Pulslänge und -frequenz	x+2
D.K.7.1.2	Vergleich verschiedener Neutronenleitergeometrien	x+4
D.K.7.1.3	Simulation von "Day-1-Instrumenten"	x+24
D.K.7.2.1	Benutzer-Treffen	x+3
D.K.7.2.2	Release VITESS 2.10 (Multiprozessorfähigkeit, Hilfe für alle existierenden Module, neue Module: elliptischer Spiegel, Diffraktionslinsen)	x+6
D.K.7.2.3	Release VITESS 2.11 (Instrumentvisualisierung, neues Monochromator-Modul)	x+12
D.K.7.2.4	Release VITESS 3.1 (neue Benutzeroberfläche, neue Programmstruktur)	x+24
D.K.7.2.5	Release VITESS 3.2 (numerische Optimierung, neues Detektor-Modul)	x+36
D.K.7.3.1	Email-Liste für VITESS-Benutzer	x+12
D.K.7.3.2	Unterstützung für Macintosh-Benutzer	x+12
D.K.7.3.3	Trainingskurs zu VITESS 3	x+18
D.K.7.3.4	VITESS-Handbuch (Printversion)	x+24
D.K.7.3.5	Vollständige Dokumentation von VITESS (html-Dokumentation)	x+36

### Meilensteine:

M.K.7.2.1	VITESS 3.0 (beta-Test-Version von VITESS 3.1)	x+18
-----------	---	------

### Ressourcen:

Task	Personal				Verbrauch				Investition			
	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM
K.7.1	0	0	9	0	0	0	25	0	0	0	0	0
K.7.2	0	0	24	0	0	0	20	0	0	0	14	0
K.7.3	0	0	9	0	0	0	5	0	0	0	6	0

## 4. Beschleunigerkomponenten

### Workpackage B1 „Supraleitender Linac“

<b>Workpackage-Nr.:</b>	B1	<b>Beginn des Projekts:</b>				1.11.2010		
<b>Koordination:</b>	H. Weise, DESY							
<b>Teilnehmende Institutionen:</b>	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM	DESY	KIT	FZD	
<b>Personenmonate pro Institution:</b>	0	0	0	0	99	0	0	

#### Ziele:

Siehe Vorhabenbeschreibung Kapitel III.1.4

#### Arbeitsbeschreibung:

B.1.1	<p>Modulintegration: DESY beteiligt sich an der Ausarbeitung des Designs für die technischen Komponenten des supraleitenden Linearbeschleunigers. Der Schwerpunkt dieses Beitrags zum Projekt liegt auf der Analyse und Optimierung bezüglich der Integration aller Komponenten zu serienreife kompletten Beschleunigermodulen.</p> <p>Projektorganisation: DESY stellt der ESS-Projektleitung Beratungskompetenz für die Organisation eines Konsortiums zum Bau des Beschleuniger-Komplexes zur Verfügung.</p> <p>Studie Testanlage: DESY untersucht in einer Machbarkeitsstudie, inwieweit vorhandene Infrastruktur auf dem DESY-Gelände für Tests der LINAC-Serienkomponenten eingesetzt werden könnte.</p>
-------	--

#### Deliverables:

D.B.1.1.1	Report: Beiträge zur Designstudie für die technischen Komponenten des LINACS	x+36
D.B.1.1.2	Beratung der ESS-Projektleitung „Beschleuniger“	x+0
D.B.1.1.3	Report: Machbarkeitsstudie für eine Testanlage der LINAC-Serienkomponenten bei DESY	x+36

#### Meilensteine:

M.B.1.1.1	Analyse des Design-Status, Zwischenbericht und Aufnahme von Verbesserungsvorschlägen Abschlussbericht	x+0/ 12/36
M.B.1.1.2	Kontinuierliche Begleitung der ESS-Projektleitung „Beschleuniger“	x+0
M.B.1.1.3	Aufnahme der Anforderungen, Abschlussbericht	x+0/36

#### Ressourcen:

Task	Personal				Verbrauch				Investition			
	JÜLICH	KIT	FZD	DESY	JÜLICH	KIT	FZD	DESY	JÜLICH	KIT	FZD	DESY
B.1.1	0	0	0	99	0	0	0	21,7	0	0	0	0

## 5. Projektmanagement

### Workpackage M1 „Interaktion mit der deutschen Nutzercommunity“

<b>Workpackage-Nr.:</b>	M1	<b>Beginn des Projekts:</b>				1.11.2010		
<b>Koordination:</b>	Richter, JÜLICH							
<b>Teilnehmende Institutionen:</b>	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM	DESY	KIT	FZD	
<b>Personenmonate pro Institution:</b>	7	0	0	0	0	0	0	

#### Ziele:

Siehe Vorhabenbeschreibung Kapitel III.1.5

#### Arbeitsbeschreibung:

M.1.1	Konstituierung der Taskforce, gemeinsames Brainstorming mit dem Komitee für die Forschung mit Neutronen, Definition der Vorgehensweise zur Schwerpunktsbildung.
M.1.2	Organisation von Workshops zum Scientific Case einzelner Instrumenttypen, Rückkopplung von Nutzerwünschen und Instrumentierungsmöglichkeiten.
M.1.3	Analyse der Nutzerinteressen und Schwerpunktsbildung.
M.1.4	Rückkopplung mit den Nutzern, Präsentation der Arbeiten in den Workpackages I.2-I.7 im Rahmen der deutschen Neutronentagung.

#### Deliverables:

D.M.1.1.1	Vorlage eines gemeinsamen Konzepts von KFN und Taskforce zur Einbeziehung der deutschen Nutzer und Schwerpunktsbildung bei der ESS Instrumentierung.	x+12
D.M.1.2.1	Ergebnis eines gemeinsamen KFN/HGF/TUM Workshop zum Scientific Case einzelner Instrumenttypen.	x+18
D.M.1.3.1	Report über die Analyse der Nutzerinteressen und Schwerpunktsbildung bei der Instrumentierung.	x+24
D.M.1.4.1	Report zur Rückkopplung mit den Nutzern anlässlich der deutschen Neutronenstreutagung	x+24
D.M.1.4.2	Broschüre mit Ergebnissen	x+36

#### Meilensteine:

M.M.1.1.1	Gemeinsame Entscheidung von KFN und Taskforce zur Schwerpunktsbildung bei der ESS Instrumentierung aus der Sicht der deutschen Nutzer.	x+24
M.M.1.4.1	Entscheidung zur Prioritätsliste für die ESS Instrumentierung aus deutscher Sicht.	x+36

#### Ressourcen:

Task	Personal				Verbrauch				Investition			
	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM
K.1.1	2	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
K.1.2	2	0	0	0	175	0	0	0	0	0	0	0
K.1.3	2	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
K.1.4	1	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0

## Workpackage M2 „Projekttablauf, Durchführung und Controlling“

<b>Workpackage-Nr.:</b>	M2	<b>Beginn des Projekts:</b>				1.11.2010		
<b>Koordination:</b>	Schroeder, JÜLICH							
<b>Teilnehmende Institutionen:</b>	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM	DESY	KIT	FZD	
<b>Personenmonate pro Institution:</b>	18	0	0	0	0	0	0	

### Ziele:

Siehe Vorhabenbeschreibung Kapitel III.1.5

### Arbeitsbeschreibung:

M.2.1	Kommunikation - Organisation von Arbeits- und Koordinierungstreffen - Informationsaustausch mit der ESS - Beiträge für Web-Seiten der ESS
M.2.2	Verfolgen des Projektfortschritts und Berichterstattung - Kompilierung regelmäßiger Fortschrittsberichte - Abschlußbericht
M.2.3	Verfolgen der Mittelflüsse/Finanzplanung - Eigenbeiträge (Zuordnung) - Drittmittel (Verwendung)

### Deliverables:

D.M.2.1.1	Halbjährliche Treffen der Koordinationskomitees	x+ 6/12/ 18/24/ 30/36
D.M.2.1.2	Arbeitstreffen der Workpackage-Verantwortlichen (halbjährlich)	x+ 6/12/ 18/24/ 30/36
D.M.2.1.3	Arbeitstreffen mit dem Projektmanagement in Lund (nach Bedarf)	
D.M.2.2.1	Projektfortschrittsberichte (jährlich)	x+ 12/24/ 36
D.M.2.2.2	Abschlußbericht	x+36
D.M.2.3.1	Bericht über Mittelverwendung (jährlich)	x+ 12/24/ 36

### Ressourcen:

Task	Personal				Verbrauch				Investition			
	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM	JÜLICH	GKSS	HZB	TUM
K.1.1	6	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
K.1.2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K.1.3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0