

1 **BMU-Programm zur Förderung von
Demonstrationsvorhaben**

2 **Programm-Nr.
230**

3 **Abschlussbericht
Förderkennzeichen: ZG II 4 – 42155-5/231
KfW Aktenzeichen: K II b1 001654**

4 **CDIS, Aufbau einer kollaborativen Dokumentations- und
Informationsplattform, die den gesamten Lebenszyklus einer komplexen,
technischen Anlage abbildet**

5 **Vorgelegt von
Reinhold Koppers**

6 **SET 2000 GmbH
Im Lipperfeld 1a
46047 Oberhausen**

7 **Vorgelegt von
Reinhold Koppers**

8 **Im Auftrag
des Umweltbundesamtes**

9 **Januar 2011**

1 Dokumentenhistorie

V1 Januar 2011	erster Entwurf
V2 Juni 2011	Überarbeitung gemäß der Fragen und Anmerkungen des UBA
V2 August 2011	Überarbeitung gemäß der Fragen und Anmerkungen des UBA

2 Inhaltsverzeichnis

1	Dokumentenhistorie	1
2	Inhaltsverzeichnis	2
3	Abbildungsverzeichnis	3
4	Abkürzungs- und Symbolverzeichnis	4
5	Vorwort	6
5.1	Der weltweite Klimawandel	6
5.2	Energie- und Materialintensität der IT-Branche	7
5.3	Recycling, Entsorgung und Schonung von Ressourcen	7
5.4	»Rebound Effects«	8
6	Kurzübersicht	10
6.1	Aufgabenstellung	10
6.2	Vorraussetzungen	10
6.3	Planung und Ablauf des Vorhabens	11
6.4	Stand der Wissenschaft und Technik	13
6.5	Literatur	15
7	Ausführungen	19
7.1	Ergebnisse	19
7.1.1	Hardware	19
7.1.2	Umsetzung Software	24
7.1.3	Evaluation	29
7.1.4	Kritische Probleme und Schwierigkeiten	34
7.2	Voraussichtlicher Nutzen, Verwertbarkeit der Ergebnisse	35
7.3	Erzielte Einsparungen	39
7.3.1	CO ₂ Einsparungen	39
7.3.2	Ressourceneinsparungen	41
7.3.3	Zukünftiges Einsparpotenzial	42
7.4	Veröffentlichung der Forschungsergebnisse	42
8	Anhang	43

3 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1) Sicherheitszonen der CDIS Plattform	19
Abbildung 2) Details der Sicherheitszonen im CDIS	20
Abbildung 3) Schematische Darstellung und Aufbau des eingesetzten Bladecenters	21
Abbildung 4) Darstellung des Virtualisierungskonzepts mittels Citrix XenServer	22
Abbildung 5) Darstellung der Storagearchitektur	22
Abbildung 6) Darstellung des Redundanzaufbaus der CDIS-Plattform	23
Abbildung 7) Darstellung des Redundanzaufbaus der CDIS-Plattform	24
Abbildung 8) Übersicht über die unterschiedliche Sichten	25
Abbildung 9) Darstellung der in CDIS unterstützten Phasen	25
Abbildung 10) Darstellung der Use-Cases und Rollen in CDIS, Teil 1	26
Abbildung 11) Darstellung der Use-Cases und Rollen in CDIS, Teil 2	27
Abbildung 12) Darstellung des logischen Aufbaus der Plattform	28
Abbildung 13) Screenshot des ManagementStudios	29
Abbildung 14) Zentraler Steuerschaltschrank der HV-Anlage	30
Abbildung 15) Baubetrieb	31
Abbildung 16) BHKW im Anlieferzustand	31
Abbildung 17) E-Filter	32
Abbildung 18) Vergasungsreaktoren	33
Abbildung 19) SafeNet Alladin eToken (Bildquelle: http://www3.safenet-inc.com)	34
Abbildung 20) Umsatz im deutschen Maschinenbau (2008-2009, Quelle VDMA)	36
Abbildung 21) Beschäftigte im deutschen Maschinenbau (2008-2009, Quelle VDMA)	37
Abbildung 22) Die größten Industriezweige in Deutschland (Stand 2007)	37
Abbildung 23) Rangfolge der wichtigsten Maschinenlieferländer (Stand 2007)	38

4 Abkürzungs- und Symbolverzeichnis

ABS	Acrylnitril-Butadien-Styrol
AD	Acidification Potential
CAD	Computer-Aided Design
CAL	Client Access Licence
CF	Coupling Facility
CPU	Central Processing Unit
EPS	Expanded Polystyrol
ERP	Enterprise Resource Planning
EUP	Eutrophierungspotenzial
FlexPUR	Polyurethan
FUSE	Filesystem in Userspace
GER	Gross Energy Requirement
GWP	Global Warming Potential
HDD	Hard Disk Drive
HDPE	High-Density Polyethylen
HFC	Hydrofluorocarbons
HI-PS	Schlagfestes Polystyrol
HM	Heavy Metals (Schwermetalle)
HVD	Hosted Virtual Desktop
IC	Integrated Circuit
LCD	Liquid Crystal Display
LDPE	Low-Density Polyethylen
LED	Light Emitting Diode
LLDPE	Linear-Low-Density Polyethylen

OSC	Open Sound Control
PA	Polyamid
PAH	Polycyclid aromatic hydrocarbons
PC	Polycarbonat
PCB	Printed Circuit Board (synonym zu PWB)
PM	Particulate Matter
PMMA	Polymethylmethacrylat
POP	Persistent Organic Pollutant
PUE	Power Usage Efficiency
PWB	Printed Wiring Board (synonym zu PCB)
RAID	Redundant Array of Independent Disks
SAN	Storage Area Network
SAS	Serial Attached SCSI
SBC	Server Based Computing
SCSI	Small Computer System Interface
SMD	Surface-mounted Service
SMT	Simultaneous Multithreading
SODIMM	Small Outline Dual Inline Memory Module
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
VDI	Virtual Desktop Infrastructure
VM	Virtual Machine
VOC	Volatile Organic Compound
WAN	Wide Area Network

5 Vorwort¹

5.1 Der weltweite Klimawandel

Der Treibhauseffekt ist ein natürlicher Prozess innerhalb der Erdatmosphäre, welcher bewirkt, dass auf der Erde für Menschen annehmbare Temperaturen herrschen. Doch besonders seit Beginn der Industrialisierung wird der Effekt vom Menschen verstärkt, da bei Verbrennungs- und anderen industriellen Prozessen Treibhausgase freigesetzt werden, deren erhöhte Konzentration die Strahlungsbilanz der Erde und somit den Treibhauseffekt beeinflusst.

Die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre ist seit Beginn der Industrialisierung von 280 ppm auf 379 ppm angestiegen. Auf Basis dieses Wissens und des Wissens über die Konsequenzen des Klimawandels, z. B. die Zunahme der Wahrscheinlichkeit von Naturkatastrophen wie Überschwemmungen und Dürren, hat die Weltgemeinschaft das 2 °C-Ziel definiert, d. h. die anthropogen bedingte Erderwärmung soll 2 °C nicht überschreiten. Weitere Konsequenzen des Klimawandels wie die Gefährdung der Neubildung und des Erhalts von Permafrostböden und Gletschern, der Anstieg der Meeresspiegel, der Verlust von Biotopen und eine mögliche Ausbreitung von Schädlingen und Krankheiten sollen durch die Begrenzung der Erderwärmung in einem verträglichen Rahmen gehalten werden [IPCC-2007].

Eine langfristige Stabilisierung des natürlichen Treibhauseffekts der Atmosphäre ist laut Stern-Report² durch die Reduzierung der Emissionen an CO₂ oder CO₂-Äquivalenten auf jährlich maximal 5 Milliarden Tonnen weltweit möglich. Dies entspricht einer Reduktion der CO₂-Emissionen um 70 bis 80 % (vgl. [IPCC-2007], S. 8). Eine heutige Begrenzung der treibhausgasrelevanten Gase ist laut Stern-Report nicht nur aus ethischer Sicht sondern auch aus ökonomischer Sicht vorzuziehen. So wird gezeigt, dass es deutlich günstiger ist, den CO₂-Ausstoß heute zu senken, als in der Zukunft für die Auswirkungen des Klimawandels aufzukommen [ÖkosystemErde-2010].

Mögliche Maßnahmen zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen sind die Erhöhung der Energieeffizienz von Maschinen z. B. durch intelligente Steuerprogramme oder der Ersatz von energieintensiven Rechnerarchitekturen durch CO₂-arme Lösungen.

Server Based Computing als ein Trend der Green IT kann hier einen bedeutenden Beitrag leisten, indem die Energie effizienter genutzt wird als bei herkömmlichen IT-Geräten und dadurch Treibhausgasemissionen einspart.

¹ Auszug aus der Anlage: Thin Clients 2011

² Der Report wurde 2006 durch den ehemaligen Weltbank-Chefökonom Nicholas Stern veröffentlicht und ist auf der Seite <http://www.webcitation.org/5nCeyEYJr> abrufbar.

5.2 Energie- und Materialintensität der IT-Branche

Die IT-Branche ist mit einem Anteil von ca. zwei Prozent der weltweiten CO₂-Emissionen durch die Herstellung, Nutzung und Entsorgung der Geräte eine der Mitverantwortlichen des Klimawandels³. Dies entspricht in etwa der emittierten Menge des internationalen Luftverkehrs [Gartner-2007].

Der hohe CO₂-Ausstoß resultiert zu einem erheblichen Teil aus der Energieintensität der Produktion von Hardwarekomponenten. Neben den mittel- bis langfristigen klimatischen Auswirkungen der CO₂-Emissionen hat die Produktion direkte Auswirkungen auf die Menschen und die Umwelt an den Produktionsstätten. Die Umweltorganisation Greenpeace untersuchte Wasserproben aus dem Umfeld von Fabriken zur Herstellung von Platinen und Halbleitern in China, Mexiko, Thailand sowie auf den Philippinen [Greenpeace-2007]. Im Abwasser sowie im Grundwasser fanden sich neben bromhaltigen Flamm- schutzmitteln und Weichmachern chlorhaltige Lösungsmittel sowie hohe Kon- zentrationen von Schwermetallen. Nicht nur die ökotoxikologischen Aus- wirkungen eingesetzter Stoffe sondern auch die Materialintensität der ver- wendeten, größtenteils endlichen Rohstoffe selbst zeigt auf, dass sich durch die immer intensivere Nutzung von IuK-Technologie der ökologische Fußab- druck stetig vergrößert.

Der Energiebedarf von IT-Komponenten im laufenden Betrieb ist ebenso zu be- rücksichtigen. So wurde Anfang des Jahrzehnts geschätzt, dass allein 2 %⁴ des gesamten Stromverbrauchs der USA Computern und entsprechenden Netz- werkkomponenten zuzurechnen sind [Kawamoto-2001], in Deutschland sogar 3-8 % und in Japan zwischen 3,3-4,3 % [Plepy-2004]. Nach Berechnungen des Borderstep Instituts lag 2008 allein der Stromverbrauch von Servern und Rechenzentren in Deutschland bei 10,1 TWh, was einem Anteil am Gesamt- stromverbrauch von rund 1,8 % entspricht [Fichter-2008].

5.3 Recycling, Entsorgung und Schonung von Ressourcen

Neben der Menge an CO₂-Emissionen der schnell wachsenden IT-Branche ha- ben auch das Abfallaufkommen und die anschließende Behandlung der Ab- fälle erhebliche Wirkungen auf die Umwelt. Gegenwärtig ist in Europa zu be- obachten, dass die Menge an Elektroaltgeräten im Vergleich zu anderen Ab- fallarten auf Grund kürzerer Innovationszyklen und Nutzungsdauer der Elekt- rogeräte fast dreimal schneller wächst. Europäische Hersteller wurden deshalb gesetzlich verpflichtet, sich um die Rücknahme und Verwertung ihrer Geräte zu kümmern. Dennoch enden rund 70 % des weltweiten Elektroschrottaufkom- mens in China [GAP-2007]. Wie eine aktuelle Studie des Umweltbundesamtes (UBA) zeigt, gelangen ebenfalls erhebliche Mengen an Elektroschrott aus Deutschland nach Ghana, Nigeria, Südafrika, Vietnam, Philippinen und Indien [UBA-2010c].

³ Diese Zahl beinhaltet auch PC und Mobiltelefone, die privat genutzt werden.

⁴ Die Zahlen beziehen sich auf IT-Komponenten in Unternehmen und Privathaushalten.

In Deutschland wurden 2006 in der Kategorie IT und Unterhaltungselektronik ca. 315 000 t in Verkehr gebracht und ca. 102 000 t im System nach ElektroG gesammelt und behandelt (davon 7 000 t in anderen Mitgliedstaaten) [BMU-2008].

Elektroschrott wird teilweise in weniger entwickelte Länder exportiert und dort unter gesundheits- und umweltschädlichen Bedingungen wiederverwertet. Als Gründe dafür werden die steigenden Abfallmengen, begrenzten Kapazitäten der Recyclingbetriebe sowie geringere Kosten in den weniger entwickelten Ländern aufgeführt. Greenpeace untersuchte Recyclingbetriebe in Indien, China und Ghana [Greenpeace-2005], [Greenpeace-2008]. In einigen der dortigen Recyclingbetriebe werden die Arbeiten zu größten Teilen im Freien verrichtet. Wertvolle Rohstoffe werden dort unprofessionell und unter ökologisch sowie gesundheitlich bedenklichen Bedingungen wiedergewonnen. Nicht verwertete Teile werden außerhalb der Dörfer von den Recyclingbetrieben wild deponiert. Im Rahmen der Untersuchung wurden Proben von Wasser, Boden und Luft in den Betrieben genommen, die eine hohe Konzentration an Blei, Zinn, Kupfer, Cadmium und anderen Schwermetallen aufwiesen. Messungen in den Häusern der Arbeiter ergaben ebenfalls sehr hohe Schwermetallbelastungen, die durch die Kleidung der Arbeiter dorthin gelangen. Weitere Gefahren für die Umwelt entstehen durch kontinuierliches Spülen des Schreddermaterials mit Wasser, das unbehandelt abgeleitet wird. Die Konzentration von Blei, Kupfer, Nickel und Antimon war in den Abflusskanälen 200 bis 600 Mal höher als normal.

Erwähnenswert ist der Anteil der »seltene Erden«⁵ im Elektroschrott. Diese sind zum Teil wichtige Bestandteile in der modernen Elektronikindustrie und werden zusammen mit anderen Metallen⁶ daher auch »Elektronikmetalle« genannt. Durch ein fortschrittliches Elektroschrottreycling lässt sich eine bevorstehende Versorgungslücke verkleinern und eine größere Unabhängigkeit von Importen erreichen. So besteht schon heute ein Großteil des gehandelten Galliums aus der Aufbereitung von Gallium-, Zink- und Aluminiumschrotten [BGR-2010]. Eingesetzt wird es z. B. als Flüssigmetall-Wärmeleitpaste in PC oder in Form von Galliumnitrid in integrierten Schaltkreisen.

5.4 »Rebound Effects«

Die von der IT-Branche verursachten Umweltprobleme verstärken sich, da der Markt schneller wächst, als Effizienzgewinne in der Produktion erzielt werden können (vgl. [Plepyš-2004], S. 3 und 4). Gleichzeitig steht zu vermuten, dass der globale Markt rasant wächst, *gerade weil* die Produktion effizienter und somit *günstiger* wird.

Diese in der Literatur als »Rebound Effect«, also Rückschlag, bezeichnete Entwicklung bedeutet, dass der Gesamtbedarf an Material und Energie eines Sys-

⁵ REE Rare Earth Elements, z. B. Iridium, Scandium, Yttrium u. a.

⁶ z. B. Tantal und Niob

tems ansteigt, obwohl Energie- und Materialintensität zur Produktion einzelner Güter sinken (vgl. [Plepys-2004], Appendix B, Paper I). Dies liegt darin begründet, dass mit steigender Effizienz die Einstandspreise einzelner Güter fallen und somit die Nachfrage steigt. Verstärkt wird der Effekt im Fall der IT-Branche zudem durch immer kürzere Innovationszyklen.

6 Kurzübersicht

6.1 Aufgabenstellung

Ziel des Projektes war der Aufbau einer kollaborativen Dokumentations- und Informationsplattform (CDIS, Collaborative Documentation and Information System), die den gesamten Lebenszyklus einer komplexen technischen Industrieanlage von deren Planung über die Genehmigung bis hin zum Bau, der Inbetriebnahme und des Betriebs abbilden kann. Voraussetzung hierfür war die Fusionierung aller Prozesse in einem integrierten Managementsystem. Ergänzend folgte die Auswahl der für den IT-Betrieb notwendigen Komponenten einem grundsätzlich ökologischen Ansatz. Die Betriebsumgebung sollte auf Basis der Ergebnisse der Fraunhofer-Studie »Ökologischer Vergleich der Klimarelevanz von PC und Thin Client Arbeitsplatzgeräten 2008« aufgebaut werden. Eine begleitende Bewertung der eingesetzten Technologie im Vergleich zu einem klassischen Client-Server-Betrieb sollte erstellt werden und als Grundlage für eine quantitative Aussage hinsichtlich der ökologischen Aspekte wie eingesparter Ressourcen (z.B. bei Herstellung u. Transport) als auch Energieaufwände (Betrieb, Wartung) dienen.

Zur allgemeinen Abbildung und Dokumentation der oben beschriebenen Phasen wurde eine zentralisierte ausfallsichere Server Based Computing-Architektur entwickelt, die eine mandantenfähige Präsentationsschicht bereitstellt, dabei jedoch keinen erhöhten Installations- und Pflegeaufwand bei den Prozess-Beteiligten erzeugt. Den Anwendern wird durch eine ergonomische, intuitive Benutzerführung über ein Web-Frontend der Zugang zu relevanten Informationen signifikant erleichtert. Portable Thin Clients ermöglichen dabei den mobilen Zugriff auf alle relevanten Daten auch im mobilen Außeneinsatz.

Das Gesamtkonzept wurde am Beispiel einer im Verlauf des Projektes errichteten Holzvergaser-Anlage zur Erzeugung von Strom und Wärme evaluiert.

6.2 Voraussetzungen

Die technische Dokumentation im Maschinen- und Anlagenbau ist stets ein Streitpunkt zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer und wird häufig als notwendiges Übel betrachtet und somit vernachlässigt. Vielfach wird sie unter Zeitdruck erstellt. Zunehmend bedeutsamer wird die interne Dokumentation, insbesondere im Kontext von Wissens- und Informationsmanagement. Besondere Anforderungen an die technische Dokumentation stellen die deutsche und internationale Gesetzgebung. EU-Normen, Produkthaftung und CE-Zertifizierung verpflichten Unternehmen sicherheitsgerechte Dokumentationen als Bestandteil des Produktes mitzuliefern. Eine mangelhafte Dokumentation gilt als Mangel am Produkt, der zu Reklamationen oder sogar zu Schadensersatzansprüchen führen kann.

Durch die Vielzahl an Prozessbeteiligten (Betreiber, Generalübernehmer, Generalunternehmer, SIGE-Koordinatoren, Behörden, TÜV, ausführende Gewerke, Planer, Architekten, usw.) in den unterschiedlichen Phasen im Anlagenbau fällt die Harmonisierung der Anforderungen an die Dokumentation sowie die gezielte Information über Schnittstellen, insbesondere unter dem Gesichtspunkt der globalen Produktion, zunehmend schwer. Typischerweise beschränken sich Unternehmen in ihren Optimierungsbemühungen hinsichtlich der Identifikation und Eliminierung von Kostentreibern auf Elemente der Wertschöpfungskette. Daher wird seit jeher die technische Dokumentation im Anlagenbau nicht in den Fokus gerückt.

6.3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Folgende Arbeitspakete wurden definiert:

AP 1) Projektmanagement

Das Projektmanagement wurde als separater Arbeitspunkt aufgeführt, da durch die Vielzahl der Prozessbeteiligten im Anlagenbau ein stringentes Controlling unerlässlich ist. Die Erfolgskontrolle wurde durch Zwischenberichte an das BMU bzw. die KfW sichergestellt. Das Erreichen der Meilensteine, nicht vorhergesehene Risiken im Projektverlauf, sowie die Dokumentation der Arbeitspakete wurden in den Zwischenberichten detailliert erläutert

AP 2) Konzeptphase

In der Konzeptphase wurden die Arbeitspakete 3 bis 7 vorbereitet. Insbesondere die Anforderungen der Prozessbeteiligten wurden aufgenommen und konzeptionell für die Umsetzung vorbereitet. Alle Anforderungen wurden in einen Lastenkatalog übernommen und gleichzeitig hinsichtlich ihrer technischen Umsetzung im Pflichtenheft beschrieben.

AP 3) Umsetzung Hardware

Im Arbeitspunkt 3 wurde die Serverhardware hinsichtlich eines ökologischen Ansatzes ausgewählt und vorbereitet. Es wurden Bladecenter zum Einsatz gebracht, auf denen die gesamte Architektur virtualisiert wurde. Besondere Bedeutung kam dabei der Vorbereitung der mobilen Endgeräte zu (siehe folgendes Kapitel)

AP 4) Umsetzung Software

Im Arbeitspunkt 4 wurde die Softwarelandschaft des CDIS Systems entwickelt bzw. auf Basis des bereits bestehenden GEVIS II Systems angepasst. Die Businesslogik der Prozessbeteiligten wurde durch einen SOA-Bus gekoppelt. Anschließend wurde die gemäß dem Lastenheft vorbereitete Software auf das Bladecenter installiert.

AP 5) Evaluation

Das Gesamtsystem wurde bei der SET 2000 in Betrieb genommen und die Prozessbeteiligten (Unterauftragnehmer, Lieferanten, Bauleiter usw.) mit entsprechenden Endgeräten ausgestattet. Der Gesamtprozess der Dokumentationserstellung wurde hinsichtlich des Ressourcenverbrauchs aufgenommen und dem klassischen Ansatz gegenübergestellt. Weiterhin wurden identifizierte Systemoptimierungen während des Feldtest vorgenommen.

AP 6) Qualitätssicherung

Während des Gesamtvorhabens wurde ein striktes Qualitätsmanagement etabliert, das der ISO 9000 Zertifizierung der SET 2000 entspricht.

AP 7) Dokumentation

Abschließend wurde das Gesamtvorhaben dokumentiert und eine Begleitstudie erstellt, die eine genaue Quantifizierung der ökonomischen und ökologischen Einspareffekte zuließ (siehe Anhang: Studie Thin Clients 2011 – Ökologische und ökonomische Aspekte virtueller Desktops)

Einen Überblick über die zeitliche Abfolge gibt der folgende Arbeitsplan:

Arbeitspunkt	IV / 08	I / 09	II / 09	III / 09	IV / 09	I / 10	II / 10	III / 10
Projekt-Kickoff	■							
AP1: Projektmanagement	■	■	■	■	■	■	■	■
1. Zwischenbericht			■					
2. Zwischenbericht						■		
Abschlussbericht								■
AP2: Konzeptphase	■	■	■	■				
Virtualisierungskonzept (HW)	■	■	■	■				
Anwendungskonzept (SW)		■	■	■				
Use-Cases		■	■	■				
PKI / Rollenkonzept		■	■	■				
Mobile Endgeräte		■	■	■				
Lastenheft/Pflichtenheft		■	■	■				
AP3 Umsetzung HW:				■	■	■	■	
Bladecenter				■	■	■	■	
Virtualisierung				■	■	■	■	
Terminalservices					■	■	■	
Aufbau PKI					■	■	■	
Vorbereitung Mobile Endgeräte					■	■	■	
AP4: Umsetzung SW				■	■	■	■	
Einrichtung Datenbank				■	■	■	■	
Anpassung der Anwendungen				■	■	■	■	

Arbeitspunkt	IV / 08	I / 09	II / 09	III / 09	IV / 09	I / 10	II / 10	III / 10
Entwicklung Webservice								
Installation								
AP 5: Evaluation								
Einrichtung Anwender								
Feldtest								
Optimierung								
AP 6: Qualitätssicherung								
AP 7: Dokumentation								

Im Teilarbeitspunkt *Aufbau PKI* gab es während der Projektbearbeitung Änderungen hinsichtlich der erzielten Ergebnisse. Lesen Sie hierzu bitte auch die Ausführungen im Hauptteil.

6.4 Stand der Wissenschaft und Technik

Im Maschinen- und Anlagenbau werden viele Komponenten zu einem System verknüpft. Dazu trägt in der Regel das Know-how mehrerer Firmen und Ingenieurbüros bei. Aus wirtschaftlichen Gründen wird das breite internationale Angebot von Industrieausrüstungen des Marktes und von Normteilen genutzt. Dies führt zwangsläufig zu einer herstellungsbedingten Vielfalt der Teildokumente.

Zu all den unterschiedlichen Komponenten und Zukaufteilen erhält der Generalunternehmer oft in Aussehen und Charakter voneinander abweichende technische Unterlagen. Beispielsweise liegt ein Teil der Dokumente in einer anderen Sprache als der benötigten vor oder von Lieferanten sind trotz wiederholter Nachfragen nur mangelhafte oder unbrauchbare Angaben erhältlich.

Verfügbare Ausgangsmaterialien für die Verknüpfungsdokumentation der Anlage sind meist nur Konstruktionsunterlagen und Schaltpläne, jedoch keine Beschreibung oder Bedienungsanleitungen des Systems. In Verträgen und Pflichtenheften wird die Dokumentation vorab bezüglich Inhalt, Umfang und Gliederung festgelegt. Dabei ist der Begriff Dokumentation im Anlagenbau weiter gefasst als im Maschinenbau oder gar im Produktgeschäft.

Zur Dokumentation gehören im Anlagenbau:

- Projektierungs- und Genehmigungsunterlagen
- Beschreibungen von Verfahren und Leistungen
- Konstruktions- und Schaltungsunterlagen
- Statusberichte und Protokolle

- Montageunterlagen und Prüfanleitungen
- Bedienungs- und Wartungsanleitungen
- Schulungsunterlagen
- Fehlersuch- und Reparaturanleitungen
- Ersatzteilkataloge

Am Markt sind unterschiedliche Werkzeuge verfügbar, die spezielle Themen der Gesamtdokumentation im Fokus haben. Hierzu gehören unter anderem:

- ARGE.NET aus dem Hause ARGE.DMS,
- UKIS aus dem Hause Hauk & Sasko,
- AUCOPLAN,
- CQMS,
- und nicht zuletzt der Microsoft Sharepoint-Server®.

Diese Liste lässt sich zwar fast beliebig fortführen, jedoch sind alle diese Lösungen in entscheidender Weise beschränkt.

Von den bestehenden Produkten werden in der Regel spezifische Dokumentenformate vorausgesetzt, die wie oben geschildert nicht zwangsläufig geliefert werden. ARGE.NET z.B. arbeitet mit PDF, DOC, RTF, TXT in der Textverarbeitung, XLS für Tabellenkalkulationen und JPG, TIF, PNG für die Bearbeitung von Bildern. Hier bleibt das kollaborative Bearbeiten von EMSR, R&I sowie CAD Zeichnungen unberücksichtigt.

Eine monolithische Anwendungsarchitektur kann in Bezug auf die flexible Anbindung von Softwarewerkzeugen in der Regel nur mit viel Aufwand erweitert werden. Die einzige mögliche und sinnvolle technische Lösung, die gleichzeitig die uneingeschränkte mobile Arbeit im System ermöglicht, also auch auf der Baustelle vor Ort, ist das Application-Streaming oder Server Based Computing. Keines der Verfügbaren am Markt etablierten Werkzeuge berücksichtigt diesen Aspekt.

CDIS hingegen liegt ein integrierter Hard- und Softwareansatz zugrunde, der insbesondere die flexible Erweiterung des zur Verfügung gestellten Anwendungspools im Application-Layer zulässt, ohne dass die dedizierte Installation dieser eingesetzten Software auf den Clientsystemen nötig ist.

6.5 Literatur

[A]

[AP-2007] The Associated Press (Hrsg.) 2007: »HP – Other Computer Firms Boost Recycling Efforts.«
http://cbs5.com/business/computer_recycling.Hewlett.2.453267.html
[17.8.2010]

[B]

[BGR-2010] Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Hrsg.) 2010: »Elektronikmetalle. Zukünftig steigender Bedarf bei unzureichender Versorgungslage?« Hannover

[BMU-2008] Daten über Elektro(nik)geräte in Deutschland im Jahr 2006 - BMU-Erläuterungen zu der Berichterstattung an die EU-Kommission, Berlin, 2008

[BMU-2009a] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) 2009: Ökodesign-Richtlinie.
http://www.bmu.de/produkte_und_umwelt/okodesign/okodesign_richtlinie/doc/39037.php [13.8.2010]

[BMU-2009b] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) 2009: Energieeffiziente Rechenzentren – Best-Practice-Beispiele aus Europa, USA und Asien.
<http://www.bmu.de/energieeffizienz/downloads/doc/45687.php>

[Boivie-2007] Boivie, Per Erik 2007: »Das TCO-Gütesiegel für Monitore – Seine Bedeutung für die Anwender und die Umwelt«

[D]

[Dena-2007] Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) 2007: »Beschaffungsleitfaden: Energieeffiziente Bürogeräte professionell beschaffen«, Berlin

[E]

[Ecolabel-2009] Belgischer Föderaler Öffentlicher Dienst (Hrsg.) 2009: »EU-Umweltzeichen«.
<http://www.ecolabel.be/spip.php?article90>

[EBPG-2009] BAM Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung 2009: EBPG. Gesetz. Das-Energiebetriebene-Produkte-Gesetz. Berlin
<http://www.ebpg.bam.de/de/gesetz/ebpg/index.htm> [6.8.2010]

[ElektroG-2007] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Webseite des BMU zum ElektroG 2008:
<http://www.bmu.de/abfallwirtschaft/downloads/doc/print/5582.php>. [17.8.2010]

[Energy Star-2009] U.S. Environmental Protection Agency/U.S. Department of Energy 2009: ENERGY STAR Program Requirements for Computers, Version 5.0
http://www.energystar.gov/ia/partners/prod_development/revisions/downloads/computer/Version5.0_Computer_Spec.pdf [17.8.2010]

[F]

[Fichter-2008] Fichter, Klaus (2008): Energieverbrauch und Energiekosten von Servern und Rechenzentren in Deutschland, Trends und Einsparpotenziale bis 2013, Berlin: http://www.bitkom.org/files/documents/Energieeinsparpotenziale_von_Rechenzentren_in_Deutschland.pdf [23.09.2010]

[G]

[GAP-2007] Global Action Plan (Hrsg.) 2007: An Inefficient Truth – Report. http://www.globalactionplan.org.uk/news_detail.aspx?nid=e06182e3-8e00-4ec5-be39-516c7030b652

[Gartner-2007] Gartner, Inc. 2007: Gartner Estimates ICT Industry Accounts for 2 Percent of Global CO2 Emissions, Pressemitteilung vom 26.04.2007, <http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=503867>

[Gillibrand-2009] Gillibrand, Kirsten 2009: Klobuchar, Gillibrand Introduce Bipartisan Legislation to Promote Recycling of Electronic Waste. Legislation would find best ways to recycle e-waste and reduce the use of hazardous materials in electronics. <http://gillibrand.senate.gov/newsroom/press/release/?id=0650ce7b-3eb7-42d4-af16-35d7cdf0c0cb> [13.8.2010]

[Greenpeace-2005] Greenpeace (Hrsg.) 2005: Recycling Of Electronic Wastes In China & India: Workplace & Environmental Contamination. <http://www.greenpeace.de/themen/chemie/elektroschrott/>

[Greenpeace-2007] Greenpeace (Hrsg.) 2007: Cutting Edge Contamination - A Study of Environmental Pollution During The Manufacture Of Electronic Products, <http://www.greenpeace.org/international/press/reports/cutting-edge-contamination-a/> [17.8.2010]

[Greenpeace-2008] Greenpeace (Hrsg.) 2008: Poisoning the Poor. Electronic waste in Ghana. <http://www.greenpeace.org/raw/content/international/press/reports/poisoning-the-poor-electronic.pdf> [17.8.2010]

[I]

[IPCC-2007] Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.) 2007: Summary for Policy-makers. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge

[IVF-2007] IVF Industrial Research and Development Corporation (Hrsg.) 2007: »Lot 3 Personal Computers (desktops and laptops) and Computer Monitors - Final Report (Task 1-8)«. <http://extra.ivf.se/ecocomputer/reports.asp>

[J]

[JRC-2010] Joint Research Center 2010: ILCD Handbook: Analysis of existing Environmental Impact Assessment methodologies for use in Life Cycle Assessment

[K]

[Kawamoto-2001] Kawamoto, Kaoru; Koomey, Jonathan G. et al. 2001: Electricity Used by Office Equipment and Network Equipment in the U.S.: Detailed Report and Appendices, Lawrence Berkeley National Laboratory.
<http://enduse.lbl.gov/Projects/InfoTech.html>

[Knermann-2010a] Knermann, Christian 2010: »Systeme am laufenden Band – Virtuelle Maschinen mit dem Citrix Provisioning Server warten (1)« in IT-Administrator Ausgabe 4/2010, Heinemann Verlag GmbH, München

[Knermann-2010b] Knermann, Christian 2010: »Updates am laufenden Band – Virtuelle Maschinen mit dem Citrix Provisioning Server warten (2)« in IT-Administrator Ausgabe 5/2010, Heinemann Verlag GmbH, München

[Knermann-2010c] Knermann, Christian 2010: »Massenware Desktop – Virtuelle Maschinen mit dem Citrix Provisioning Server warten (3)« in IT-Administrator Ausgabe 6/2010, Heinemann Verlag GmbH, München

[Knermann-2010d] Knermann, Christian 2010: »Arbeitsplatz im Netz – Im Test: Citrix XenDesktop 4.0« in IT-Administrator Ausgabe 4/2010, Heinemann Verlag GmbH, München

[Kuehr-2003] Kuehr, Ruediger; Williams, Eric (Hrsg.) 2003: »Computers and the Environment: Understanding and Managing Their Impacts«, Dordrecht/NL

[L]

[Lüke-2007] Lüke, Detlef 2007: »Energie effizient nutzen – Zentrales Power-Management für Client-Bestände« in: LANline Sonderveröffentlichung »Green IT«, November 2007, Konradin IT-Verlag GmbH, Leinfelden-Echterdingen

[M]

[Microsoft-2003] Microsoft Corporation (Hrsg.) 2003: »Windows Server 2003 Terminal Server Capacity and Scaling«.
<http://www.microsoft.com/windowsserver2003/techinfo/overview/tsscaling.mspx>

[N]

[Nordic-2009] Nordic Ecolabelling (Hrsg.) 2009: Nordic Ecolabelling of Computers
<http://www.svanen.se/Templates/Criteria/CriteriaGetFile.aspx?fileID=109866001>
[12.10.2010]

[O]

[ÖkosystemErde-2010] Paeger, Jürgen 2010: Ökosystem Erde. Das Zeitalter der Industrialisierung. Die Kosten des Klimawandels. Eine Zusammenfassung des »Stern-Reports«.
http://www.oekosystem-erde.de/html/stern_report.html [19.8.2010]

[P]

[Plepys-2004] Plepys, Andrius 2004: Environmental Implications of Product Servicing. The International Institute for Industrial Environmental Economics, Lund University

- [R]
- [RAL-2009] RAL gGmbH (Hrsg.) 2009: Vergabegrundlage für Umweltzeichen – Computer (Arbeitsplatzcomputer und tragbare Computer) RAL-UZ 78.
http://www.blauer-engel.de/downloads/vergabegrundlagen_de/UZ-078.zip
 [12.10.2010]
- [S]
- [Schischke-2010] Schriftliche Mitteilung per E-Mail von Karsten Schischke (Abteilung Environmental Engineering, Fraunhofer IZM) vom 23.04.2010
- [T]
- [TUBerlin-2008] Technische Universität Berlin – Innovationszentrum Energie (IZE) 2008: Konzeptstudie zur Energie- und Ressourceneffizienz im Betrieb von Rechenzentren.
http://www.energie.tu-berlin.de/uploads/media/IZE_Konzeptstudie_Energieeffizienz_in_Rechenzentren.pdf
- [U]
- [UBA-2010a] Umweltbundesamt 2010: Produkte. EbP-Fachgespräch.
<http://www.umweltbundesamt.de/produkte/oekodesign/EbP-fg-recycling.htm>
 [6.8.2010]
- [UBA-2010b] Umweltbundesamt 2010: REACH. <http://www.reach-info.de/> [6.8.2010]
- [UBA-2010c] Umweltbundesamt 2010: Optimierung der Steuerung und Kontrolle grenzüberschreitender Stoffströme bei Elektroaltgeräten/Elektroschrott. Studie der Ökopol GmbH für das Umweltbundesamt
- [UBA-2010d] Umweltbundesamt 2010: Ratgeber: Ressourceneffiziente IT in Schulen - Optionen des energie- und materialeffizienten Einsatzes von Informationstechnik (IT).
http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/mysql_medien.php?anfrage=Kennnummer&Suchwort=3914
 [26.09.2010]
- [UMSICHT-2008a] Fraunhofer UMSICHT (Hrsg.) 2008: »Ökologischer Vergleich der Klimarelevanz von PC und Thin Client Arbeitsplatzgeräten 2008«
- [UMSICHT-2008b] Fraunhofer-UMSICHT (Hrsg.) 2008: »PC vs. Thin Client – Wirtschaftlichkeitsbetrachtung«
- [UmweltMagazin-2010] UmweltMagazin Juli - August 2010: Europa – kurz notiert. Heft 7/8. Seite 10
- [V]
- [Verfaillie-2000] Verfaillie, H.; Bidwell, R. 2000: Measuring eco-efficiency. A guide to reporting company performance, World Business Council for Sustainable Development, WBCSD (Hrsg.), Genf
- [W]
- [Windeck-2008] Windeck, Christof 2008: »Spar-Kennung – Kennzeichnungen und Richtlinien für sparsame Rechner« in: c't Magazin für Computertechnik, Ausgabe 4/2008, Heise Zeitschriftenverlag GmbH & Co. KG, Hannover

7 Ausführungen

7.1 Ergebnisse

Nachstehend erfolgt die Beschreibung der im Rahmen des Projektes durchgeführten Arbeiten sowie der erzielten Ergebnisse.

7.1.1 Hardware

Der Zugriff auf die CDIS-Plattform wurde über das Standardprotokoll *http* realisiert. Das bedeutet, dass alle beteiligten Anwender der Plattform lediglich einen Internetbrowser zur Nutzung von CDIS benötigen. Diese Tatsache ermöglicht insbesondere den mobilen Zugriff und den dezentralen Abruf sowie die Bearbeitung von Dokumenten und bietet so Schnittstellen zu allen verfügbaren mobilen, internetfähigen Endgeräten.

Hinsichtlich der unterschiedlichen Sicherheitszonen sind die Vorgaben des BSI-Grundschutzhandbuches berücksichtigt worden. Der grundsätzliche Aufbau der Plattform sieht dabei wie folgt aus.

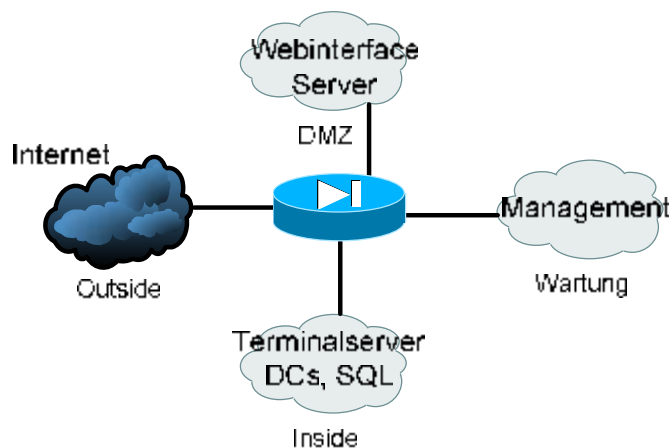


Abbildung 1) Sicherheitszonen der CDIS Plattform

Der Standort der Plattform im Betrieb kann variieren und ermöglicht so zwei unterschiedliche Betriebsmodelle:

- Betrieb im eigenen Hause (z.B. in der Infrastruktur des Generalübernehmers eingebettet)
- Managed Service bei einem Provider

Die detaillierte Aufteilung der Sicherheitszonen und IP-Kreise der CDIS-Plattform ist der folgenden Grafik zu entnehmen.

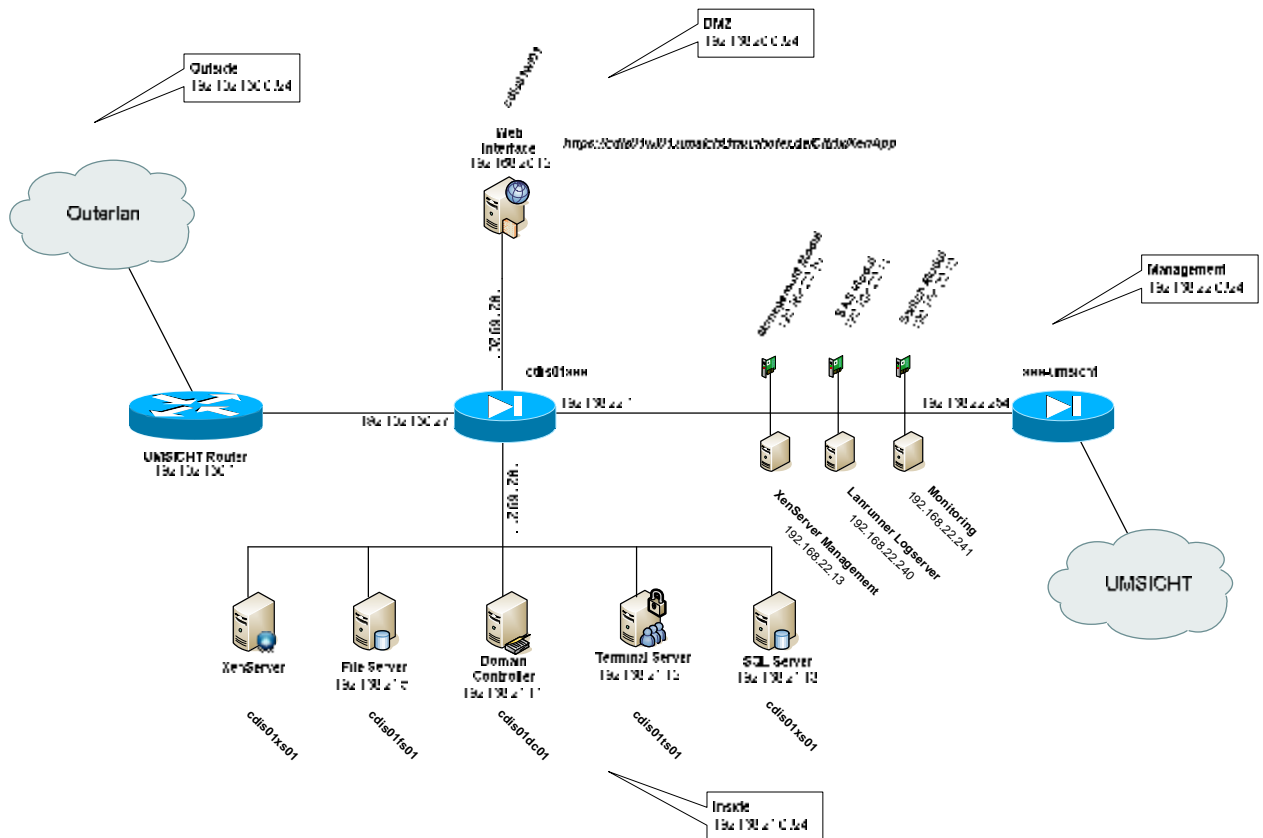


Abbildung 2) Details der Sicherheitszonen im CDIS

Um einen kontinuierlichen, verfügbaren Betrieb sicherzustellen, ist besonderes Augenmerk auf das Monitoring und Management der CDIS-Plattform gelegt worden, das in einer eigenen Sicherheitszone untergebracht ist und im Zweifelsfall per Modem erreicht werden kann. Die Plattform selbst wurde auf einem sogenannten Bladecenter (Typ: Bladecenter S der Firma IBM) realisiert, das hinsichtlich des Energieverbrauchs und der Ressourcenauslastung optimale Bedingungen bietet.

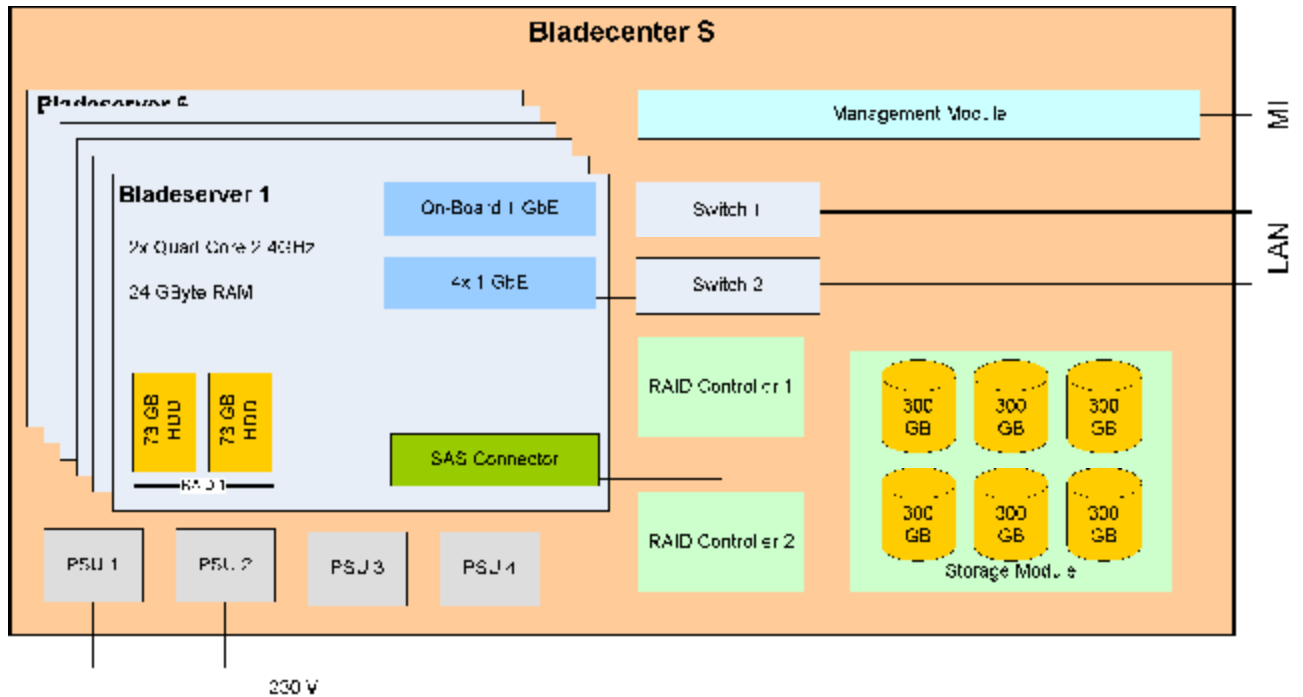


Abbildung 3) Schematische Darstellung und Aufbau des eingesetzten Bladecenters

Die notwendigen Serverrollen

- Domaincontroller DC,
- Datenbank DB,
- Zwei Terminalserver im Loadbalancing Modus TS,
- Webserver WS
- sowie Securegateway SG

wurden auf den Blades mittels der Software Citrix XenServer in der Version 5.5 als virtuelle Maschinen realisiert. Das Konzept wird durch die nachstehende Abbildung veranschaulicht.

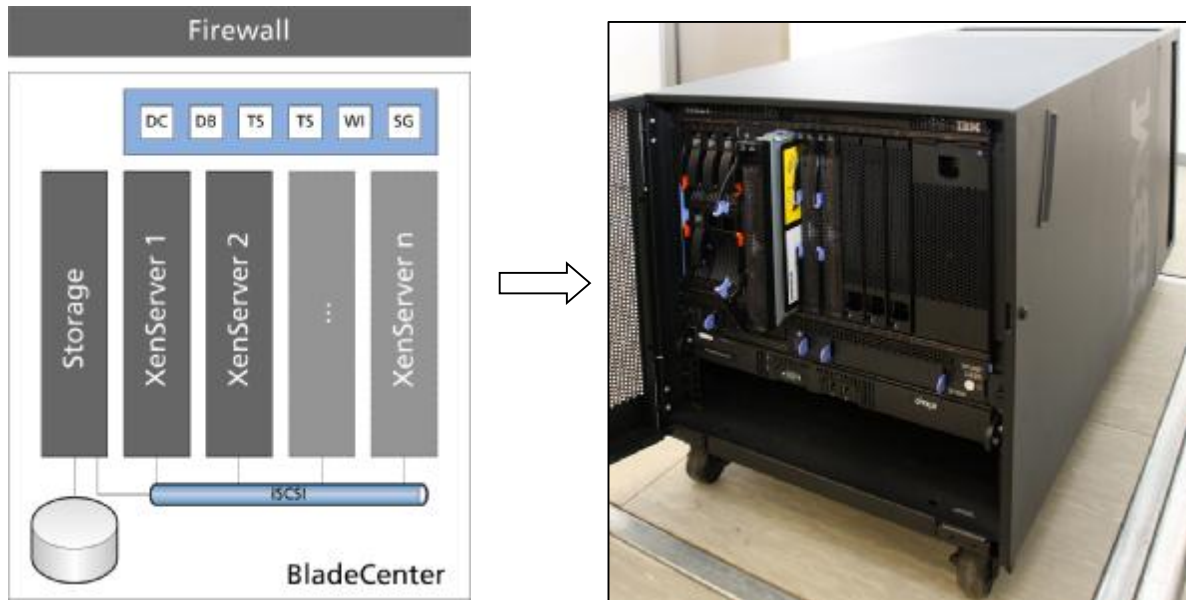


Abbildung 4) Darstellung des Virtualisierungskonzepts mittels Citrix XenServer

Als Firewall wurde eine Cisco Adaptive Security Appliance 5510 eingesetzt. Der StoragePool wurde mit IPStor der Firma FalconStor realisiert.

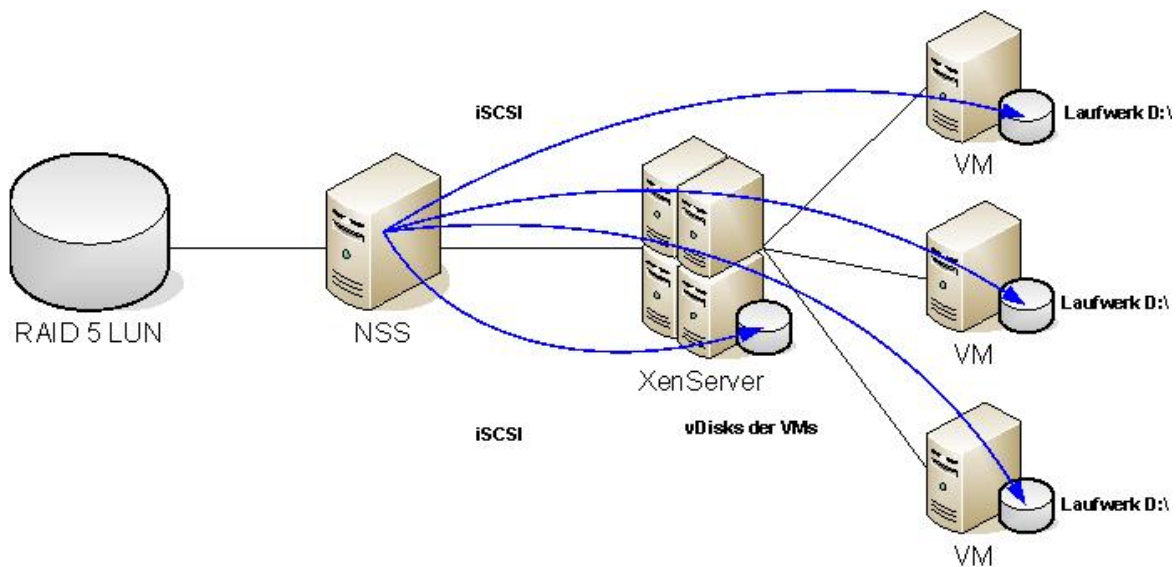


Abbildung 5) Darstellung der Storagearchitektur

Die Plattform weist dabei unter anderem die folgenden Eigenschaften auf:

- RAID 5 Storage Pool
- Redundante Netzteile
- Redundante XenServer
- Konsequenz virtualisierte Serverrollen
- Microsoft Windows Server 2008
- Microsoft SQL Server 2008
- Citrix XenApp 5.0
- Citrix Secure Gateway 3.1 / Access Gateway

Hochverfügbarkeit und Skalierbarkeit können durch Modifikationen der Hardwarestruktur erreicht werden:

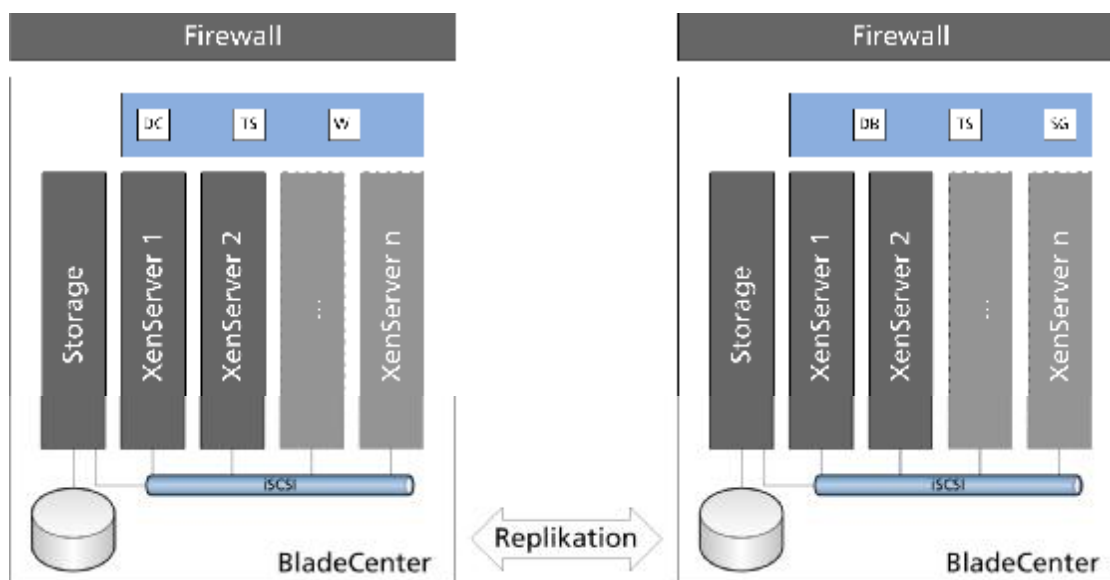


Abbildung 6) Darstellung des Redundanzaufbaus der CDIS-Plattform

Im HA (High Available, Hochverfügbarkeit)-Modus betrieben bietet sich die folgende weitere Modifikation an:

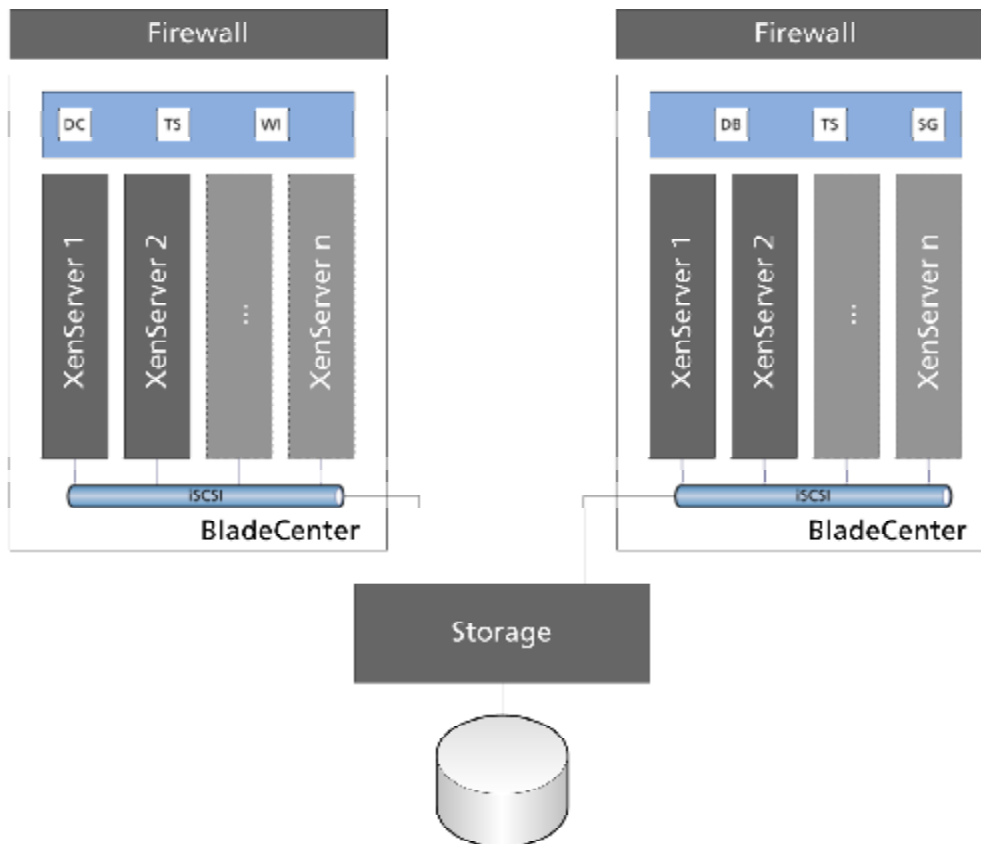


Abbildung 7) Darstellung des Redundanzaufbaus der CDIS-Plattform

In diesem Fall können durch den gemeinsam genutzten Storage erheblich einfacher konsistente Snapshots sowie Backups erzeugt werden. Der im Rahmen des Projektes realisierte Zustand entspricht dem in Abbildung 4.

7.1.2 Umsetzung Software

CDIS wird von Anwendern mit unterschiedlichen Sichten verwendet. Eine Sicht wird im Folgenden als Synonym für eine Rolle eines Anwenders verwendet, den bestimmte Ausschnitte einer Anlagendokumentation zu bestimmten Lebenszykluszeitpunkten interessieren. Zur besseren Übersicht sind die Sichten für den Bau eines Holzvergasers, der das Evaluationsszenario darstellt, in der folgenden Grafik noch einmal aufgeführt.

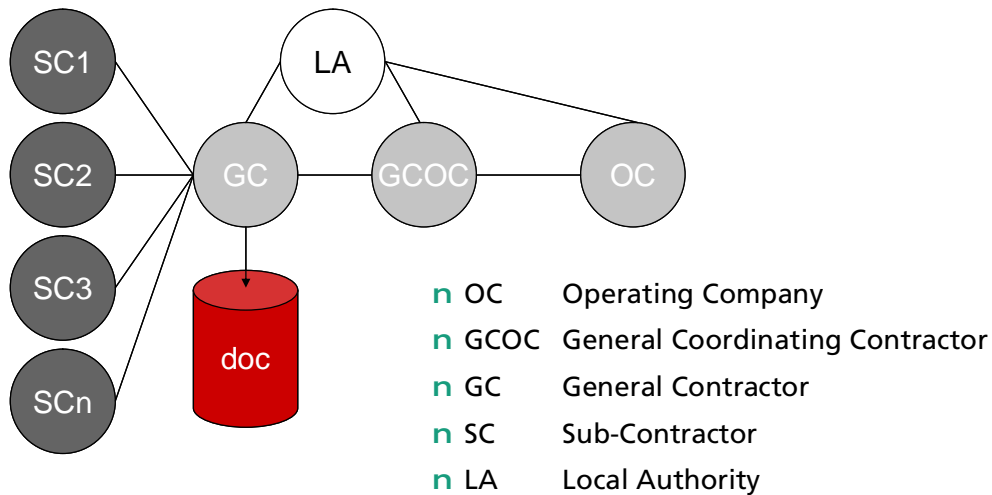


Abbildung 8) Übersicht über die unterschiedliche Sichten

Identifiziert wurden die folgenden Rollen:

- § OC Auftraggeber, Betreiber der Anlage
- § GCOC Generalübernehmer, Auftragnehmer für den Bau der Anlage
- § GC Generalunternehmer, Errichter der Anlage und Koordinator des Baus
- § LA Verfahrensführende Behörde (Genehmigungsbehörde)
- § SC Subunternehmer, Lieferanten von Anlagenkomponenten

Die Phasen des Lebenszyklus sowie die zahlreichen Use-Cases und Rollen in dem Projekt sind im Detail in den folgenden Mindmaps abgebildet.

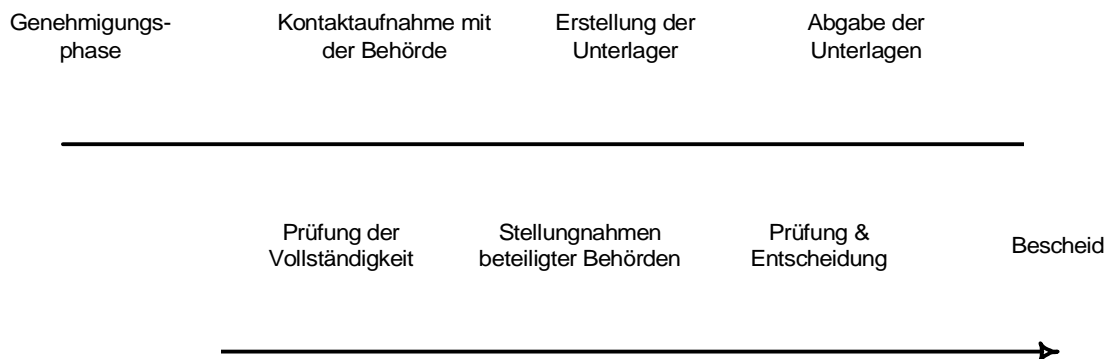


Abbildung 9) Darstellung der in CDIS unterstützten Phasen

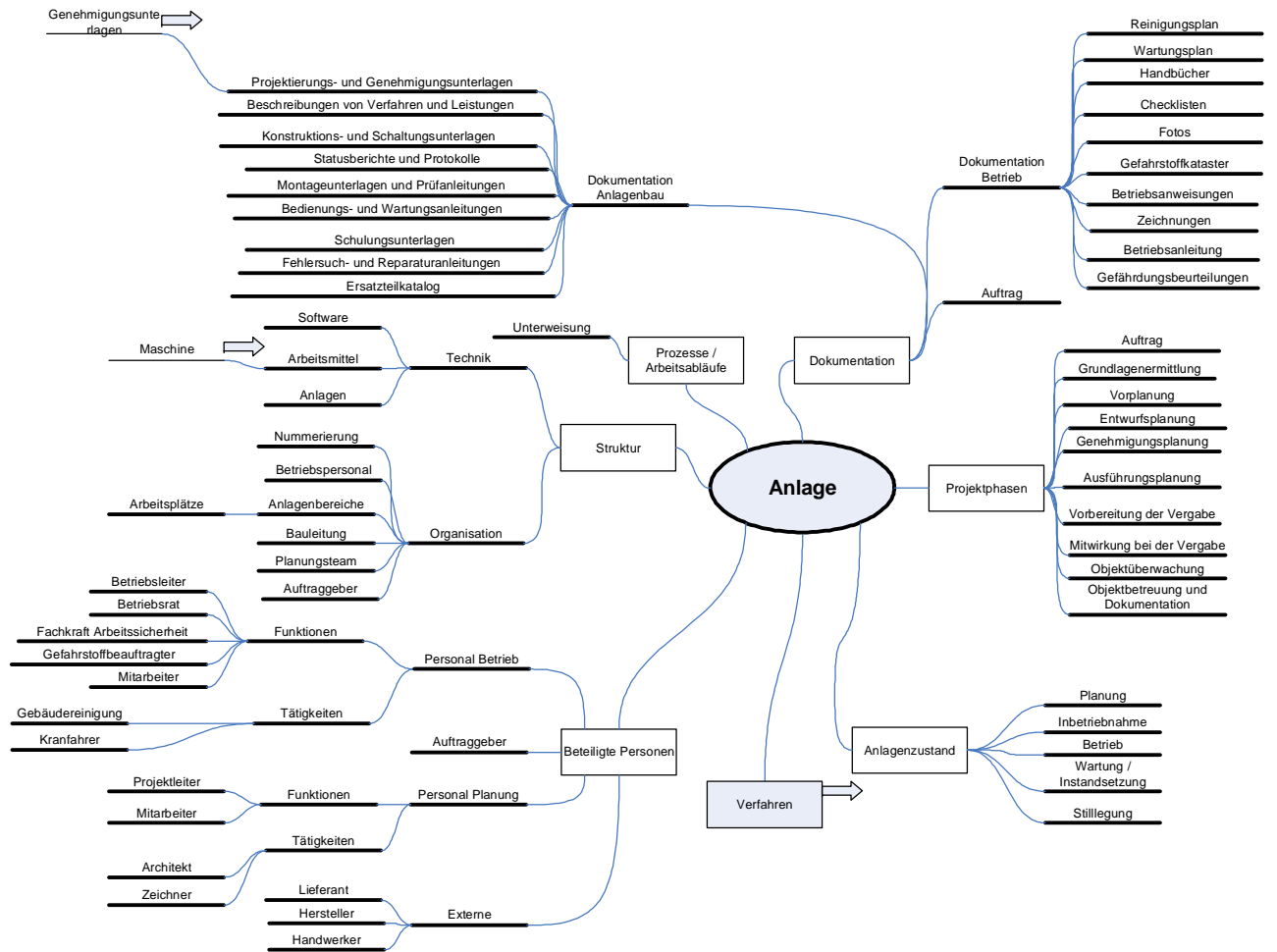


Abbildung 10) Darstellung der Use-Cases und Rollen in CDIS, Teil 1

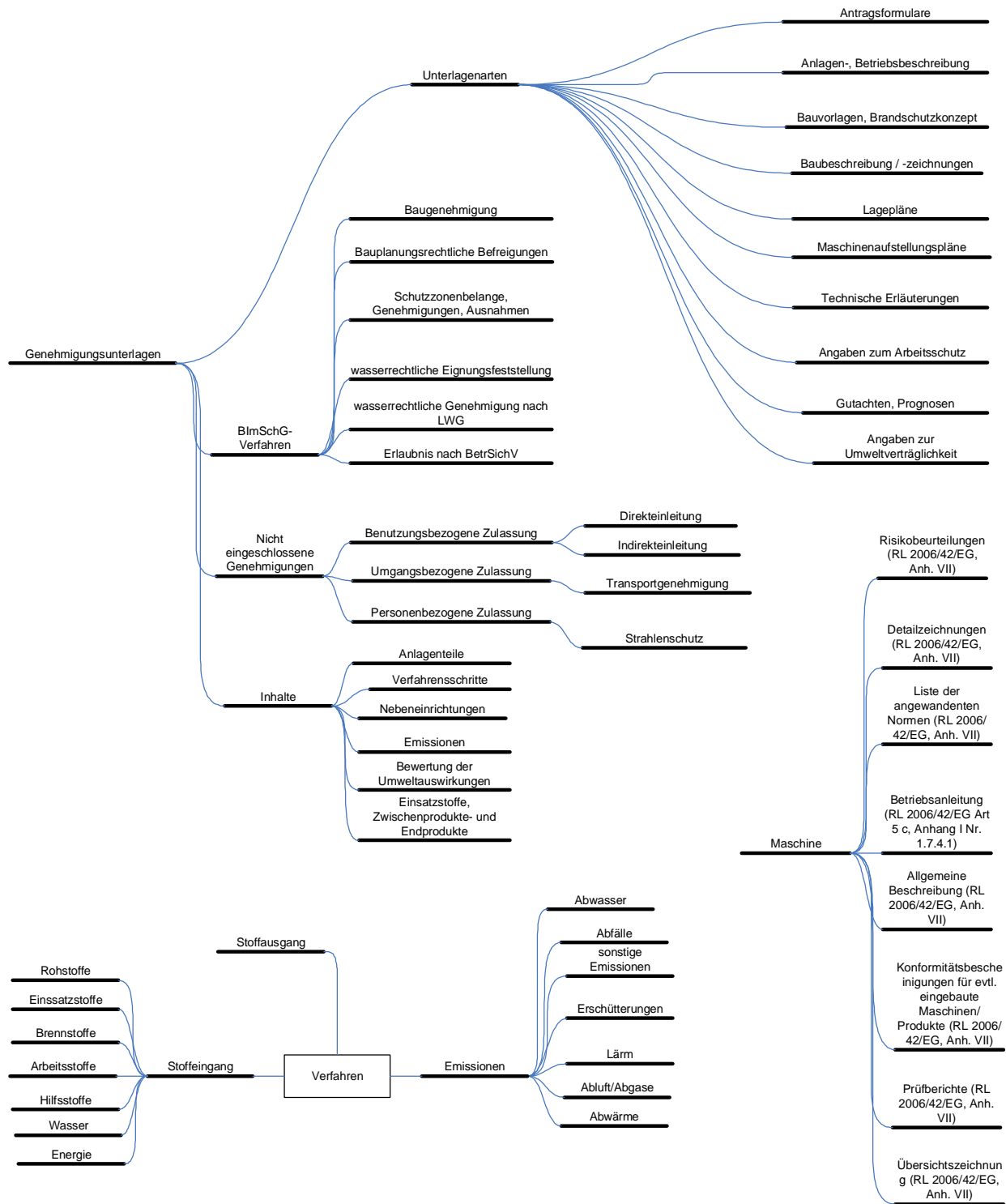


Abbildung 11) Darstellung der Use-Cases und Rollen in CDIS, Teil 2

Auf dem oberen Applicationlayer (siehe Abbildung 12) findet sich die eigentliche CDIS Anwendung.

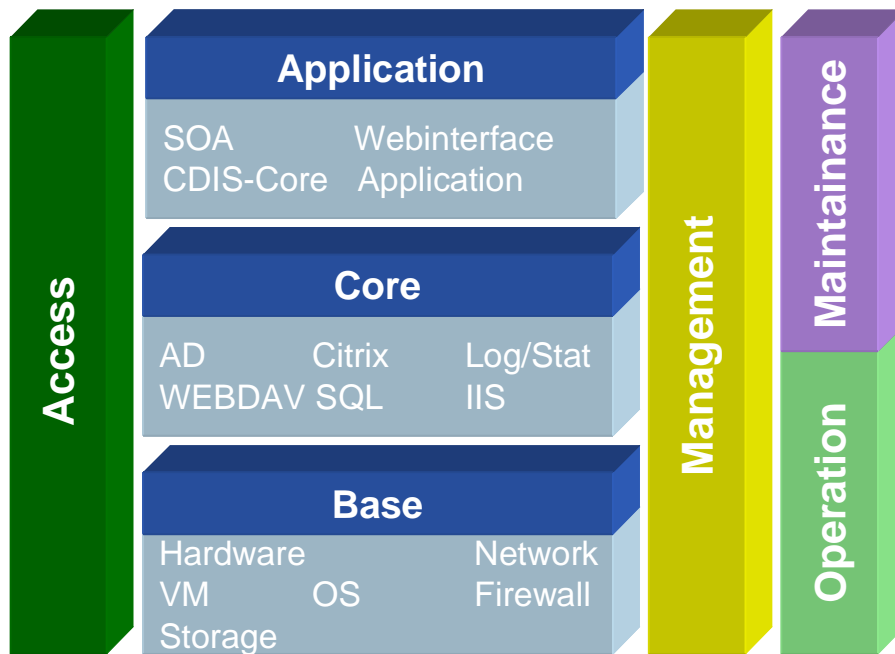


Abbildung 12) Darstellung des logischen Aufbaus der Plattform

Diese besteht aus einem Webinterface, das die Datenakquise ermöglicht und einem sogenannten Managementstudio, das zur Bearbeitung und Strukturierung dient.

Diese beiden Kernkomponenten arbeiten über WEBDAV mit dem Datei-Repository zusammen. Dieses wird über einen SSL verschlüsselten Webservice bereitgestellt.

Die Architektur ermöglicht auf dem Applicationlayer die unkomplizierte Erweiterung des Anwendungspools um weitere Programme.

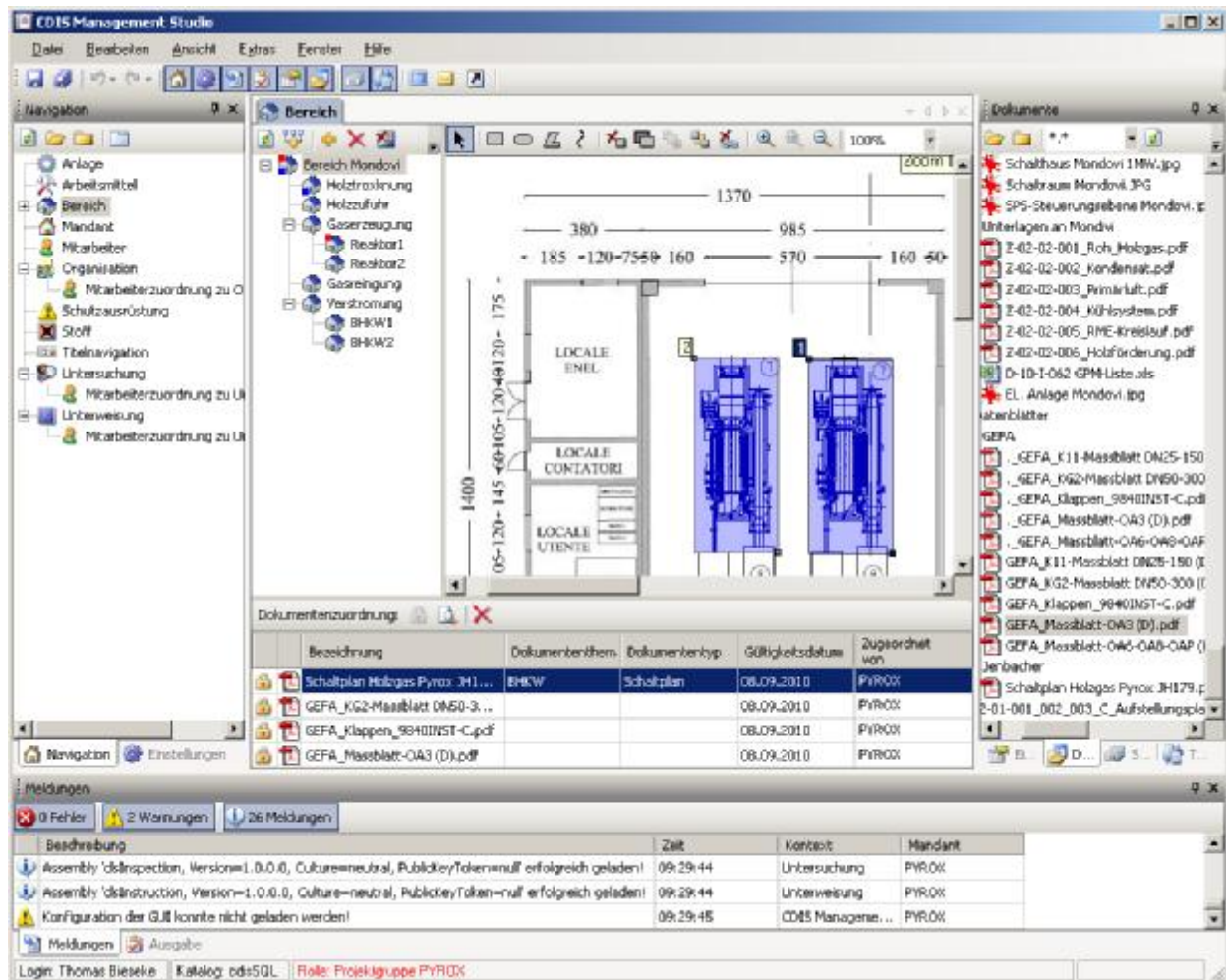


Abbildung 13) Screenshot des ManagementStudios

Alle zum Betrieb notwendigen Komponenten wurden implementiert, getestet und produktiv geschaltet.

7.1.3 Evaluation

Die Evaluation erfolgte anhand eines realen Anlagenbauprojektes. Es handelte sich hierbei um den Bau einer Holzvergaseranlage in Mondovi, Italien.

Hierbei standen zwei Fragestellungen im Vordergrund:

- Zum einen ist die Praxistauglichkeit des Dokumentationswerkzeugs insbesondere hinsichtlich des Rollenkonzepts gegeben?
- Zum anderen wie hoch sind die CO₂- und Ressourcen-Einsparungen beim Betrieb des Systems?

Die Anwenderrollen des Systems wurden im Verlauf des Projektes vollständig eingerichtet. Momentan beschränken sich die Zugänge jedoch auf die Rollen der Projektleiter, Mitarbeiter im Bereich Basic und Detail-Engineering sowie Bauleitung und Dokumentation.

Alle positiven Effekte, die durch die Einführung einer Kollaborationsplattform geplant waren, konnten im Verlauf der Evaluation bestätigt werden. Insbesondere die Unabhängigkeit der Clients von bestehenden Softwareinstallationen erwies sich als äußerst hilfreich. Die detaillierte Quantifizierung der CO₂ und Ressourceneinsparungen findet sich in Kapitel 6.3.

Im Folgenden ist mit einer Fotostrecke der aktuelle Stand auf der Baustelle des Evaluierungsprojektes dokumentiert.



Abbildung 14) Zentraler Steuerschaltschrank der HV-Anlage



Abbildung 15) Baubetrieb



Abbildung 16) BHKW im Anlieferungszustand



Abbildung 17) E-Filter



Abbildung 18) Vergasungsreaktoren

7.1.4 Kritische Probleme und Schwierigkeiten

Die einzige jedoch unkritische Schwierigkeit, die sich im Rahmen der Arbeiten ergab, bestand in der Umsetzung der systemeigenen PKI. Befragungen der potenziellen Anwender ergaben, dass die Ergonomie der Anwendung von CDIS durch eine PKI deutlich sinken würde. Dies ist im Importschritt der digitalen Zertifikate im Client-Browser begründet, der in der Regel durch das jeweilige lokale IT-Management erfolgen muss und abhängig von den jeweils eingesetzten Clientsystemen und -browsern ist.

Ein Wegfall der PKI ohne entsprechende Kompensierung würde den Sicherheitsstandard des Gesamtsystems auf ein nicht akzeptables Niveau sinken lassen.

Daher sollte die Authentifizierung durch eine Zwei-Faktor- Authentifizierung realisiert werden. Dies geschah mit sogenannten *Alladin eToken* der Firma SafeNet Incorporation.



Abbildung 19) SafeNet Alladin eToken (Bildquelle: <http://www3.safenet-inc.com>)

Es wurde daraufhin eine Abfrage hinsichtlich der Ergonomie und Anwendbarkeit dieses Authentifizierungsmechanismus in der Praxis bei den beteiligten Partnern durchgeführt. Diese ergab, dass ähnlich wie beim Einsatz von digitalen Zertifikaten der Aufwand zur Installation zu hoch und die Bedienbarkeit zu kompliziert ist.

CDIS wurde daraufhin mit einer Standard SSL Verschlüsselung betrieben. Es wurden Benutzername und Passwort zur Identifizierung und Autorisierung verwendet. Somit wurde ein System realisiert, das hinsichtlich seiner Sicherheitsstandards auf dem Niveau von einfachen eBanking-Systemen, eBAY, oder PayPal rangiert. Hinsichtlich der Security-Aspekte wurde dies von den beteiligten Partnern als ausreichend eingestuft.

7.2 Voraussichtlicher Nutzen, Verwertbarkeit der Ergebnisse

Der innovative Ansatz und der daraus resultierende Nutzen des Projekts äußert sich in zwei Aspekten.

Das Projekt CDIS erschließt einen völlig neuartigen Ansatz im Bereich der kollaborativen Bearbeitung von Projekten. Zwar existieren Lösungen, die insbesondere global operierende Unternehmen im Bereich des Dokumentenmanagement, Customer Relationship-Management sowie Content Management nutzen; diese sind aber ähnlich wie Sharepoint Lösungen nicht in der Lage, die Prozesse von unterschiedlichen Prozessbeteiligten im Außenraum abzubilden und zu integrieren. An dieser Stelle setzt CDIS mit einem »Software as a Service«-Konzept an, das genau diese Lücke schließt.

Der klassische Weg einer Dokumentationserstellung sieht die sequenzielle Bearbeitung von den einzelnen Unterlieferanten zum jeweiligen Auftraggeber vor und durchläuft aufgrund des starken Interdependenzgeflechts der Prozessbeteiligten mehrere Iterationsstufen. Dabei entstehen mehrere unterschiedliche Sichten auf die Gesamtdokumentation, die aber jeweils immer einen Ausschnitt und somit eine Teilmenge aller vorliegenden Dokumente bilden. So werden den Behörden insbesondere bei BlmSch-Verfahren die Basic-Engineering Unterlagen zur Verfügung gestellt, die aber auch ein Unterlieferant z.B. zum Fertigen eines Kessels braucht. Werden nun Dokumente geändert, sei es aufgrund technischer Anpassungen oder behördlicher Vorgaben, so werden diese Dokumente zurzeit in allen verfügbaren Ordnern als Papier ausgeheftet und in der neuen Revision eingehftet. Dieser Prozess ist gleichermaßen aufwändig wie fehleranfällig. Durch CDIS entsteht eine durchgängige Dokumentation, die genau diese Situation erheblich verbessert. Die rollenspezifischen Sichten auf relevante Teile der Gesamtdokumentation berücksichtigen die spezifischen Anforderungen und Berechtigungen aller Prozessbeteiligten. Dadurch wird der vormals sequenzielle Gesamtprozess parallelisiert und somit erheblich beschleunigt. Die Fehleranfälligkeit durch Zugrundelegung falscher Revisionen von Dokumenten wird erheblich verringert.

Der als Referenz dienende Holzvergaser verwendet eine nachhaltige Technologie zur Energieversorgung, die das Potenzial hat, den Versorgungsmix im Bereich der regenerativen Energien weltweit um eine Schlüsselkomponente zu bereichern. Als Edukt dienen Holzhackschnitzel aus schnellwachsenden Bäumen, die auf Umtriebsplantagen angebaut und geerntet werden. Als Produkt entstehen Holzgas, das in Gasmotoren verstromt wird und thermische Energie, die Wärme- und/oder Kälteverbraucher konsumieren. Wird nun auch der gesamte Lebenszyklus einer solchen Anlage vor dem Hintergrund der Nachhaltigkeit durch eine ökologisch wertvolle IT-Struktur unterstützt, entsteht ein Leuchtturmprojekt, das national wie international wegweisenden Charakter besitzt.

Gespräche mit führenden Anlagenbauern wie z.B. FISIA Babcock, Steinmüller Engineering, Hitachi, Balcke Dürr und SPX Cooling Technologies zeigen, dass

im gesamten Anlagenbau ein solches Verfahren einsetzbar ist und von den Fachabteilungen herbeigesehnt wird.

Nachfolgende Statistiken untermauern das Potenzial der CDIS-Lösung unter Berücksichtigung der Umsatzzahlen des Maschinen- und Anlagenbaus in Deutschland.

Die Abbildungen 20 bis 23 geben einen Überblick über das Potenzial, das CDIS allein in der Maschinenbaubranche bei erfolgreicher Einführung heben kann. Ausgehend von der Tatsache, dass bei Investitionen im Großanlagenbau ca. 1 bis 3% der Investitionssumme für die Erstellung der Dokumentation aufgewendet werden muss, ergibt sich ein Einsparpotenzial in Milliardenhöhe.

Umsatz im deutschen Maschinenbau

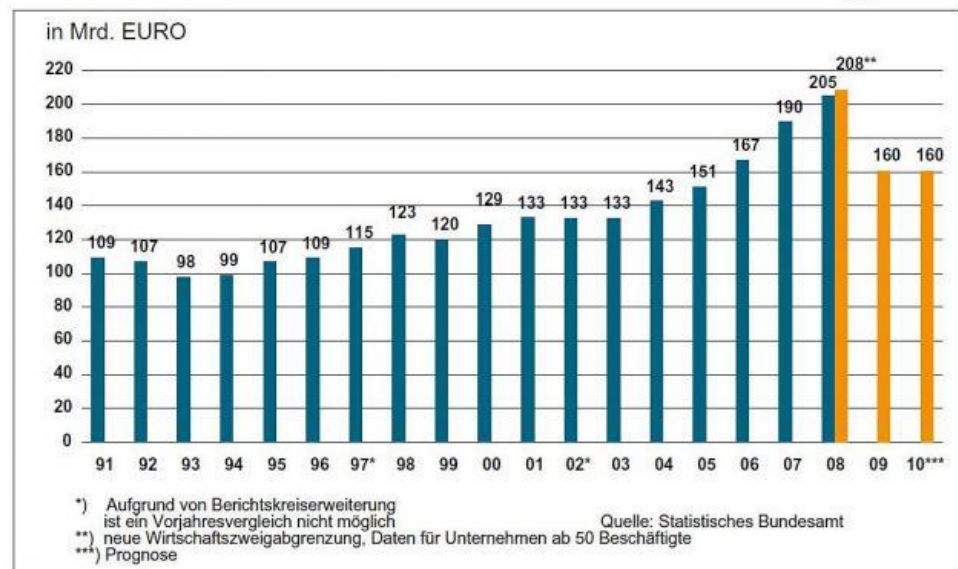


Abbildung 20) Umsatz im deutschen Maschinenbau (2008-2009, Quelle VDMA)

Beschäftigte im deutschen Maschinenbau



Abbildung 21) Beschäftigte im deutschen Maschinenbau (2008-2009, Quelle VDMA)

Wirtschaftszweiggruppe	Zahl der Unternehmen 2005	Beschäftigte in Tsd.			Umsatz Mrd. EUR		
		Jahresdurchschnitt 2005	2006*	%-Änderung zum Vorjahr	2005	2006*	%-Änderung zum Vorjahr
Maschinenbau	5.816	867	872	1,2	151	167	10,6
Elektrotechnik	3.512	784	784	0,2	156	164	6,2
Kraftwagen und Kraftwagenteile	1.007	766	750	-2,1	236	240	1,7
Chemische Industrie	1.397	473	418	-11,1	177	170	-3,8
Ernährungsgewerbe	5.245	496	496	0,1	119	127	2,7
Verarbeitendes Gewerbe	38.298	5.710	5.878	0,6	1.265	1.367	8,1

* Schätzung
Quelle: Statistisches Bundesamt, ZVEI, VDMA

© VDMA

Abbildung 22) Die größten Industriezweige in Deutschland (Stand 2007)

Es ist daher davon auszugehen, dass der hinreichend abstrakte Ansatz bei der Umsetzung von CDIS lediglich Detailanpassungen erfordert, um ein breites Einsatzspektrum am Markt zu erschließen. Der Erfolg bei der Einführung in den

ersten Referenzprojekten wird entscheidend für die Akzeptanz von CDIS sein. Durch entsprechend detaillierte Abbildung der Prozesslandschaften hat CDIS das Potenzial, sich als Quasi-Standard im Bereich der Dokumentation zu etablieren und somit ein durchgängiges Green IT – Konzept über einen funktionalen AddOn Value in andere Branchen und auch in andere Domänen zu übertragen.

Fachzweig	Ausfuhr	Rang 1		Rang 2		Rang 3	
	aller Länder	Land	%-Anteil	Land	%-Anteil	Land	%-Anteil
	Mio. EUR						
Elektrotechnik	45.926	DE	19,7	JP	10,4	US	10,1
Antriebstechnik	32.848	DE	25,1	JP	11,1	US	8,7
Arbeitsmaschinen	27.062	DE	17,6	IT	13,8	CN	11,3
Landtechnik	26.237	DE	19,3	US	16,1	IT	11,3
Nahrungsmittel- und Verpackungsmaschinen	22.270	DE	26,1	IT	11,9	US	7,5
Präzisionswerkzeuge	21.635	DE	21,5	JP	15,7	US	6,4
Druck- und Papiertechnik	21.174	DE	12,5	JP	6,5	IT	7,1
Hilfsgleitpumpen	18.395	DE	22,2	US	11,8	IT	10,5
Kompressoren, Druckluft- und Vakuumtechnik	18.370	DE	17,7	US	10,8	IT	9,0
Verfahrenstechnische Maschinen und Apparate	16.173	DE	18,6	US	16,2	JP	11,4
Kunststoff- und Gummimaschinen	14.468	DE	25,0	JP	14,9	IT	10,9
Textilmaschinen (ohne Textiler)	12.477	DE	26,7	JP	14,8	IT	14,1
Flüssigkeitstechnik (ohne Hydropumpen)	9.475	DE	31,5	US	5,9	JP	8,3
Holzbearbeitungsmaschinen	8.071	DE	25,3	IT	15,8	CN	10,5
Industriellen Kesselanlagen	6.310	DE	20,3	US	15,3	IT	11,1
Prüfmaschinen	2.358	DE	25,4	US	24,9	GB	11,2
Werkzeugmaschinen	1.894	DE	25,7	CN	21,7	JP	7,7
Werkzeugmaschinen	12.077	JP	22,4	DE	13,1	IT	8,0
Bergbaumaschinen	15.513	US	41,2	DE	10,2	GB	7,3
Heizungs- und Lüftungstechnik	8.290	CN	20,7	DE	17,8	KR	12,1
Aufzüge und Fahrstühle	7.670	IT	17,5	DE	13,8	CN	10,5
Flügel- und Walzenwerkeinrichtungen	4.713	IT	21,0	DE	15,5	JP	10,7
Reinigungssysteme	1.144	IT	26,2	DE	24,4	US	23,7
Bau- und Baustoffmaschinen	56.259	JP	16,3	US	15,7	DE	13,6
Allgemeine Lufttechnik	51.139	US	18,8	CN	11,5	DE	11,1
Kraftmaschinen	35.335	US	24,3	JP	18,1	DE	12,1
Feinwerkzeuge	998	US	25,7	CN	14,6	DE	14,4
Schweißtechnik (ohne elektr.)	698	US	17,2	CN	14,7	DE	12,0
Gießmaschinen	1.913	JP	20,8	TW	11,9	IT	10,4
Geldkassensysteme und -reservanlagen	418	CN	25,2	IT	6,0	PI	8,0
Maschinenbau	563.975	DE	18,9	US	12,8	JP	12,7

Quelle: Fraunhofer IPA, Statista für Zentrale, VDMA

* 100 Mio. € entspricht 131 Mio. € in Großbritannien
97% des weltweiten Maschinenbaus

Abbildung 23) Rangfolge der wichtigsten Maschinenlieferländer (Stand 2007)

So bestätigen erste Gespräche mit Kläranlagenverbänden sowie Biogasverbänden, dass das geplante Dokumentationskonzept bei zentral operierenden Strukturen, wie z.B. dem Entsorgungsverband Saar, erhebliche Vorteile bieten wird. Auch in diesem Bereich wurden erste positive Sondierungsgespräche mit entsprechenden Ingenieurdienstleistern wie z.B. Kocks Consulting, dem Gemeinde- und Städtebund Rheinland-Pfalz sowie Energieversorgern wie der EVO in Oberhausen geführt.

7.3 Erzielte Einsparungen

7.3.1 CO₂ Einsparungen

Die in den Zwischenberichten getätigten qualitativen Aussagen hinsichtlich der CO₂ Einsparungen wurden in der finalen Phase des Projektes im Detail quantifiziert. Hierzu wurden aktualisierte Werte der zugrundeliegenden Datenbasis herangezogen sowie eine aktuelle Vermessung der eingesetzten Thin-Clients vorgenommen.

Die grundlegende Methodik zur Ökobilanzierung erfolgt auf Basis folgender Quellen

- EuP Lot 3 Final Report (www.ecocomputer.org), September 2007
- Methodolgy Study for Ecodesign of EuP (MEEUP).
- Life Cycle Assessment (LCA)
- Unterteilung des Produkt-Lebenszyklus in 5 Phasen

Dabei wird unter Berücksichtigung des aktualisierten Inputs (Bill Of Materials, BOM) der Output als Umweltauswirkungen pro Gerät quantifiziert:

- Energie- und Ressourcenverbrauch
- Versauerungspotenzial
- Feinstaub-Emissionen
- Global Warming Potential (GWP) in » CO₂ Äquivalenten [CO₂eq]«

Die detaillierte Beschreibung der Methodik ist in der *Studie Thin-Clients 2011* des Fraunhofer Instituts UMSICHT im Anhang zu finden.

Die bei der SET 2000 GmbH eingesetzten Thin Clients sowie das Bladecenter wurden von Fraunhofer UMSICHT bereitgestellt und entsprachen daher exakt den untersuchten Geräten in der erwähnten Studie. Die durch die Power Meter Readings des Managementmoduls der Bladecenter gewonnenen Daten wurden durch eigene Messungen mit einem hochpräzisen Messgerät verifiziert.

Die historische gewachsene IT-Infrastruktur der SET 2000 GmbH war stark diversifiziert. So wurden Arbeitsplatz PC's unterschiedlichster Hersteller eingesetzt. Diese Arbeitsplatz PC's wurden nicht alle hinsichtlich ihrer Energieverbräuche vermessen. Aufgrund ihrer Eigenschaften (300W Netzteile, höherwertige Grafikkarten usw.) entsprachen sie im Wesentlichen den PCs vom Typ 2 der angehängten Studie. Diese Annahme wurde durch einzelne Messungen im Bereich $\pm 10\%$ bestätigt. Hinsichtlich des Nutzerverhaltens und der Use-

Cases konnten alle PC's durch eine Terminalserverlösung adäquat ersetzt werden.

Der Energiebedarf der Arbeitsplatz PC's (21 Geräte vergleichbar mit Typ 2) wurde dem Energieverbrauch der Thin-Clients zuzüglich des Energieverbrauchs des im Betrieb vermessenen BladeCenter S gegenübergestellt. Auf Basis einer PUE (Power Usage Efficiency) von 1,7 lässt sich nun die Energieeinsparung der neuen Architektur quantifizieren.

Durch die 21 ersetzten Geräte (bezogen auf 3 Jahre) ergibt sich auf Basis der aktualisierten Zahlen (gemäß Anhang 7.1.4) für das laufende Vorhaben eine Einsparung von:

$$21 * (573 \text{ kg} - 156 \text{ kg}) = 8,76 \text{ t CO}_2 \text{ eq (bezogen auf 3 Jahre)}$$

$$8,76 \text{ t CO}_2 \text{ eq} * 2/3 = 5,84 \text{ t CO}_2 \text{ eq (bezogen auf 2 Jahre Förderzeitraum)}$$

insgesamt, also 5,84 t CO₂ eq bezogen auf den Förderzeitraum Oktober 2008 bis Oktober 2010.

Werden wie geplant im Nachgang auch die übrigen Arbeitsplatzrechner durch entsprechende Thin-Clients ersetzt erhöht sich die Einsparung (bezogen auf 3 Jahre) auf

$$55 * (573 \text{ kg} - 156 \text{ kg}) = 22,93 \text{ t CO}_2 \text{ eq}$$

Wenn möglich wäre, alle Desktop-PC's per Richtlinie außerhalb der Kernarbeitszeit herunterzufahren, und dies von den Benutzern akzeptiert würde, wäre die Leistungsaufnahme der betrachteten PC-Systeme deutlich geringer. Die Bilanz würde sich dann folgendermaßen verändern (vgl. Kapitel 7.1.5.1 im Anhang):

$$21 * (354 \text{ kg} - 156 \text{ kg}) = 4,19 \text{ t CO}_2 \text{ eq (bezogen auf 3 Jahre) bzw.}$$

$$55 * (354 \text{ kg} - 156 \text{ kg}) = 10,89 \text{ t CO}_2 \text{ eq (bezogen auf 3 Jahre) bei Ersatz aller Geräte.}$$

Die 2 mobilen Thin Clients wurden nicht mit in die CO₂ Bilanz einbezogen, da keine adäquate Gegenüberstellung mit dem konventionellen Szenario durchgeführt werden konnte. Auf den Baustellen wurden bis dato für Dokumentationszwecke keine dedizierten Arbeitsplatzrechner eingesetzt. Im Rahmen des Evaluationsszenarios (Bau der Anlage in Mondovi) wären jedoch mehrere Notebooks zum Einsatz gekommen, die durch die Bereitstellung der Thin Clients entfielen. Die genaue Quantifizierung ist in diesem Fall nicht möglich.

Abschließend erfolgt noch einmal die tabellarische Auflistung der Rahmenbedingungen und Parameter, die zur Einordnung des SET 2000 Szenarios dienen:

Abschreibungsdauer der Geräte	3 Jahre
Anzahl der Geräte	21 (IGEL UD3)
PUE	1,7
Vergleichs PC	Typ 2
Powermanagement	nein
Nutzerverhalten	1/3 der Geräte bleiben angeschaltet (vgl. PC-System 2, Kapitel 6.2.1.1 im Anhang)
Desktopvirtualisierung	nein

Die durch Fraunhofer UMSICHT erstellte Studie lässt auf Basis der gegebenen Rahmenbedingungen die Einordnung unterschiedlicher Szenarien zu, so dass hier ein Werkzeug zur qualitativen Bewertung der Einsparpotenziale hinsichtlich der Migration von IT-Infrastrukturen entstanden ist.

7.3.2 Ressourceneinsparungen

Die SET 2000 evaluierte die CDIS-Technologie an einem konkreten Industrieprojekt. Dies führt insbesondere dazu, dass die klassische Arbeitsweise als Anlagenbauer in Bezug auf die Dokumentation parallel zu CDIS gefahren wurde.

Das Risiko, sich komplett auf ein in einem Forschungsvorhaben entwickeltes Werkzeug zu verlassen wäre zu hoch gewesen und war versicherungstechnisch nicht abdeckbar. Aus diesem Grund kann lediglich quantifiziert werden, welche Ressourceneinsparungen möglich gewesen wären.

Es ist festzuhalten, dass unter alleinigem Einsatz von CDIS folgende Effekte aufgetreten wären:

- Reduzierung von Papierausdrucken durch Vermeidung von Medienbrüchen (ca. 10000 Seiten)
- Vermeidung von Dienstreisen durch den kollaborativen Ansatz (8 Flugreisen)
- Einsparungen von ca. 200 CD-ROM Rohlingen

Der durchgängige Einsatz von CDIS (auch in den Genehmigungsbehörden) hätte das Genehmigungsverfahren um ca. 3 Monate sowie den Abnahmeprozess um ca. 2 Monate beschleunigt.

Diese aufgeführten Effekte werden nach Abschluss des Vorhabens bei jeder weiteren Anlage wirksam. Weiterhin wird die SET 2000 nicht nur die Dokumentation sondern den gesamten IT-Betrieb mit CDIS-Technologie realisieren.

7.3.3 Zukünftiges Einsparpotenzial

Die CDIS Technologie ist im Hinblick auf die Branchen, in denen sie eingesetzt werden kann, äußerst flexibel. Daher versucht die SET 2000 gemeinsam mit ihren Partnern RRP GmbH und Fraunhofer UMSICHT das Projekt in andere Branchen zu transferieren. Auf dieser Basis sind erste Gespräche mit Kläranlagen in der Rheinland-Pfalz sowie Nordrhein-Westfalen geführt worden, die bei den potenziellen Anwendern auf großes Interesse gestoßen sind.

Grundsätzlich zeigt die beigefügte Studie des Fraunhofer Instituts UMSICHT, dass der Ersatz von Arbeitsplatz PCs durch Thin-Clients oder Null-Clients erhebliches Einsparpotenzial birgt.

7.4 Veröffentlichung der Forschungsergebnisse

Das Vorhaben wurde von SET 2000 gemeinsam mit Fraunhofer UMSICHT kontinuierlich einem breiten Fachpublikum zugänglich gemacht.

Präsentationen zum Projekt erfolgten unter anderem bei folgenden Veranstaltungen.

- Deutsch-Chinesischer Umwelt-Workshop 2008, Guangzhou
- CeBIT 2009, Hannover
- Ctrix iForum 2009, München
- iX GreenIT-Day 2009, Stuttgart
- Kuratoriumssitzung Fraunhofer UMSICHT 2009, Oberhausen
- Green Dynamic Data Gipfel 2009, Berlin
- Präsentation des Projektes bei Holzbauern in Mondovi (2010 Italien)
- Präsentation und Diskussion des Projektes bei der EVO in (2010 Oberhausen)
- Präsentation des Projektes, Gemeinde- und Städtebund Rheinland Pfalz (Mainz 2010)
- Internationale Präsentationen in Lettland, Italien, Österreich und in der Ukraine
- Vorstellung des Projektes vor einer italienischen Industriedelegation

Weitere Veröffentlichungen und Vorstellungen sind im Nachgang zum Vorhaben geplant.

8 Anhang