

GREEN CAMPUS ROSSENDORF

| eine Bilanz |

hZDR



HELMHOLTZ
ZENTRUM DRESDEN
ROSSENDORF





Das Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR) hat bei der Sanierung und dem Ausbau des Standortes im Rahmen eines Masterplanes seit 2002 alle Maßnahmen unter dem Gesichtspunkt eines ressourcenschonenden Vorgehens betrieben. Die einzelnen Maßnahmen und ihre Effekte in den Bereichen Wärme- und Stromeinsparung, Einsatz alternativer Energien, Wasserbewirtschaftung und städtebauliche Fragen der Grundstücksnutzung werden im Folgenden dargestellt.

INHALT

1. Einleitung	Seite 4
2. Status 2002 und Zielstellung	Seite 6
3. Einsparung von Wärmeenergie	Seite 8
4. Elektroenergieeinsparungen	Seite 20

5. Wasserbewirtschaftung	Seite 28
6. Städtebauliche Aspekte und Verkehr	Seite 32
7. Rechnet sich der Green Campus?	Seite 39
8. Ausblick	Seite 45



Ziel des HZDR ist die langfristig ausgerichtete Spitzenforschung auf den gesellschaftlich relevanten Gebieten Gesundheit, Energie und Materie. In strategischen Kooperationen mit Partnern aus Forschung und Industrie bearbeiten wir deshalb neue, für die moderne Industriegesellschaft drängende Themenfelder zu folgenden Fragestellungen:

- Wie verhält sich Materie unter dem Einfluss hoher Felder und in kleinsten Dimensionen?
- Wie können Tumor-Erkrankungen frühzeitig erkannt und wirksam behandelt werden?
- Wie nutzt man Ressourcen und Energie effizient und sicher?

In Zusammenarbeit mit anderen Helmholtz-Zentren sowie Hochschulen und Forschungseinrichtungen aus aller Welt ist es unser Anspruch, aus den Fragen Antworten zu generieren und in den Bereichen Materie, Gesundheit und Energie Spitzenforschung zu leisten.

An den vier Standorten in Dresden, Freiberg, Leipzig und Grenoble bildet das HZDR den wissenschaftlichen und technischen Nachwuchs auf hohem Niveau und in enger Zusammenarbeit mit den Hochschulen aus. Auf die Vereinbarkeit von Familie und Beruf achtet das HZDR in besonderem Maße.

◀ Eingangsgebäude



Luftbild des Forschungsstandortes Rossendorf

1. EINLEITUNG

Seit einigen Jahren wird im gesellschaftlichen Bewusstsein realisiert, dass die bereits 1972 vom „Club of Rome“ postulierten „Grenzen des Wachstums“ erreicht werden dürften [1]. Zwar sind die Grenzen anderer Art als damals vorhergesagt, aber die Frage, wie viele Ressourcen der Menschheit noch zur Verfügung stehen werden, wird als zu lösender Punkt allgemein anerkannt. Verschiedene Bemühungen in städtebaulicher

Hinsicht gibt es seit Jahren. Nach der Zersiedlung der Landschaft durch Eigenheimbau ist die Kompaktierung von Bau- und Siedlungsstrukturen unter dem Leitbild der „Belebung urbaner Zonen“ wieder auf die Tagesordnung gekommen. In dieser Entwicklung ist implizit enthalten, dass auch Neubau und Unterhalt der Versorgungsnetze (Strom, Wärme, Wasser, Abwasser) zunehmende Kosten verursachen.

Eine andere seit vielen Jahren betriebene Richtung ist die Energieeinsparung bei der Gebäudebeheizung. Angefangen mit der Wärmeschutzverordnung wurde die Energieeinsparverordnung (EnEV) inzwischen zu immer höheren Anforderungen entwickelt [2]. Schließlich sind die Fragen der Nutzung erneuerbarer Energien zu nennen, die sich vorerst als selbstständige Entwicklungsrichtung etabliert haben.

Bei der Errichtung und Sanierung von Gebäuden hat sich in den Industrieländern seit Anfang der 90er Jahre das Thema „nachhaltiges Bauen“ und die damit verbundenen Zertifizierungssysteme etabliert [3]. Betrachtet man alle genannten Aspekte für ein größeres, aber begrenztes Grundstück zusammen, so versucht der Begriff „Green Campus“ eine durch Nachhaltigkeitsaspekte geprägte Standortentwicklung zu fassen. Die Idee hat sich vor allem im Bereich von Universitäten entwickelt, die in der Regel ein umschlossenes Campusareal haben. Das spielt offenbar besonders in den USA eine Rolle, wo es auch als Vermarktungsargument dient. Aber auch europäische und deutsche Hochschulen haben die Thematik aufgenommen [4].

Der Begriff der „Nachhaltigkeit“ ist unscharf definiert. Als „Erfinder“ der Nachhaltigkeit gilt aber allgemein der sächsische Oberberghauptmann Hans Carl von Carlowitz. In seinem Werk „Sylvicultura oeconomica“ formulierte er 1713 die Nachhaltigkeitsforderung für die Waldbewirtschaftung [5]. *(Es solle immer nur so viel Holz geschlagen werden, wie durch planmäßige Aufforstung wieder nachwachsen kann.)*

Das Gelände des Helmholtz-Zentrums Dresden-Rossendorf ist ein traditioneller Forschungsstandort am östlichen Stadtrand von Dresden. Mit seinen gut 180 ha Grundstücksgröße und der Mischung von Bebauungsgebieten mit Freiflächen und Wald kann er dem Bild des Green Campus im doppelten Sinne genügen.

Der nachfolgende Text beschreibt die Herausforderungen des Standortes im Sinne eines Green Campus und betrachtet neben den durchgeführten Projekten auch wirtschaftliche Aspekte.

2. STATUS 2002 UND ZIELSTELLUNGEN

Der heutige Forschungsstandort Rossendorf entstand als Kernforschungszentrum der DDR in einem Teil des Staatsforstes. Schon in der Gründungs- und Aufbauphase wurde ab 1956 nur so viel Wald gerodet, wie für die Bauwerke und die verkehrstechnische Erschließung notwendig war. In den Jahren 1960 bis 1985 kamen weitere Gebäude für Forschungsanlagen hinzu, aber immer im unmittelbaren Anschluss zur vorhandenen Bebauung, so dass der waldähnliche Charakter des Standortes erhalten blieb.

Nach 1990 hatte das HZDR die Verantwortung für alle standortübergreifenden Fragen der Ver- und Entsorgung, auch für weitere Nutzer in Rossendorf.

Der Standort ist bis heute durch die Forschung mit Strahlung geprägt. Er ist also vor allem unter dieser technischen Zweckorientierung weiterzuentwickeln.

1992 bestand die Herausforderung der Modernisierung des gesamten Campus, um die hier betriebene Forschung im deutschen und europäischen Kontext konkurrenzfähig zu erhalten.

Der Hauptbestand an Gebäuden und Infrastruktur war damals mehr als 40 Jahre alt. Alles erfüllte zwar seine Funktion, verlangte aber für eine langfristige Perspektive nach Sanierung und Anpassung an neue gesetzliche Forderungen.

Eine systematische Sanierung und Weiterentwicklung des Standortes erfolgte seit 2002.

Für die Gestaltung des Forschungsstandortes Rossendorf durch das HZDR wurden dabei Wege gewählt, die sich nahtlos in ein Konzept „Green Campus“ einpassen. Dabei waren folgende Gesichtspunkte wichtig:

- energetische Gebäudesanierung
- Modernisierung der Wärmeversorgung
- Einsatz erneuerbarer Energie bzw. deren Äquivalente
- Energieeinsparung in der Gebäudeausrüstung durch Gebäudeleittechnik (GLT) und optimales Betriebsregime
- Elektroenergieeinsparung durch Betriebsorganisation im IT-Bereich
- Entwicklung und Fortschreibung eines Masterplanes zur baulichen Entwicklung des Standortes mit Anschluss an Bebauungspläne der Stadt Dresden
- bauliche Konzentration
- Verkehrsberuhigung am Standort und radfahrerfreundliche Gestaltung des Umfeldes
- Bewirtschaftung von Regenwasser
- Verbesserung der Abwasserentsorgung

◀ Sanierte Experimentierhalle





Saniertes Verwaltungsgebäude

3. EINSPARUNG VON WÄRMEENERGIE

Wärmeenergie ist ein Hauptkostenfaktor für den Betrieb von Gebäuden. Neben dem monetären Aspekt der Reduktion des Wärmeverbrauchs sind CO₂-Einsparung und generelle Ressourcenschonung von großer Bedeutung.

Die im HZDR durchgeführten Projekte zum Themenkomplex Wärme lassen sich in vier großen Bereichen zusammenfassen:

- passive Wärmeeinsparung durch Gebäudedämmung
- aktive Wärmeeinsparung durch Anpassungen im Betriebsregime der Haustechnik
- absolute Wärmeeinsparung durch Erneuerung des Nahwärmenetzes
- Optimierung der Wärmeerzeugung durch BHKW und Geothermie

Bild 3.1: Die Gebäude 250/251 im originalen Bauzustand von 1958 und nach der energetischen Sanierung der Außenhülle 2006. Fassade, Dach und Sockel wurden komplett gedämmt.



3.1. WÄRMEDÄMMUNG VON GEBÄUDEN

Wie bereits erwähnt, stammt der Hauptteil des Gebäudebestandes aus den 1950-er Jahren. Zwar wurden die Gebäude in der Mehrzahl solide gebaut, konnten aber bereits die Forderungen der ersten EnEV 2002 nicht erfüllen. Im Zuge der schrittweisen Sanierung der Bestandsgebäude wurde daher dem jeweiligen Planer die Aufgabe gestellt, die thermische Isolierung EnEV-gerecht herzustellen. Im Rahmen dieses Programms wurden zwischen 2002 und 2011 zwölf Gebäude mit Flächen (Brutto-Geschoss-Werte BGF) zwischen 750 m² und 12.000 m² saniert. Dabei wurde die gesamte zugängliche Außenhülle (Wand, Dach, Fenster, Sockelbereich) modernisiert.

Die Einsparergebnisse sind je nach Gebäudestruktur und Nutzung verschieden. In Gebäuden mit sehr vielen zwangsbelüfteten Räumen (Gebäude 801) erreichten wir nur Einsparungen um 10 %. Da allerdings mehr als 70 % der verbrauchten Wärme auf die Lüftungstechnik entfallen, ist dieser Wert nicht repräsentativ.

In Gebäuden mit überwiegend „normaler“ Büronutzung (Gebäude 250, 251; Bild 3.1) liegt die Wärmeeinsparung durch die Sanierungsmaßnahmen bei 55 – 60 %. Bei zwei Hallenbauten (Bild 3.2) wurden Wärmeeinsparungen von 70 % erreicht. Diese hohe Zahl kommt unter anderem dadurch zustande, dass die Glasflächen auf das lichttechnisch notwendige Maß reduziert und das bisher nicht gedämmte Dach isoliert wurde.

Bild 3.2: Versuchshalle 253 vor und nach der Sanierung. Im Zuge der energetischen Sanierung wurde nicht nur die Hülle isoliert, sondern auch der Glasanteil der Fassade auf das lichttechnisch notwendige Maß begrenzt. Als Ausgleich wurden in der Dachmitte Oberlichter angebracht.



Wärmeverbrauch von Gebäuden
vor und nach der Sanierung

Bild 3.3: jährlicher Wärmeverbrauch ausgewählter Gebäude pro m² vor und nach der energetischen Sanierung. Die Zahlen rechts geben den Wärmebedarf 2011 bezogen auf den Ausgangswert 2001 an.

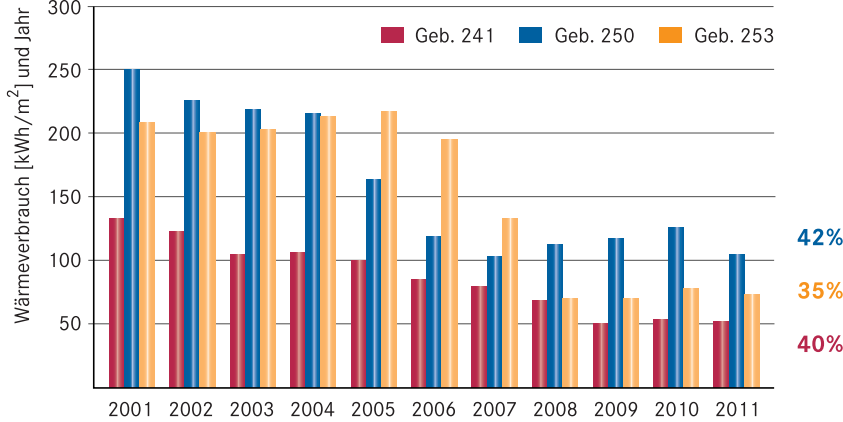


Bild 3.3 zeigt die gemessenen Wärmeverbrauchswerte pro m² Nutzfläche in drei ausgewählten Gebäuden. Die Effekte der Sanierung wurden durch Thermografiestudien dokumentiert. Gleichzeitig wurden die thermografischen Untersuchungen genutzt, um Schwachstellen bei weiteren Gebäuden aufzudecken (Geb. 620, Bild 3.4).

Die beheizten Altbestandsgebäude des HZDR haben insgesamt 54.600 m² BGF. Die 12 nach EnEV energetisch sanierten Gebäude entsprechen mit 31.800 m² BGF einem Anteil von 59%.

Berücksichtigt man die neu errichteten Gebäude, die alle der EnEV genügen, so sind von 69.800 m² BGF des HZDR in beheizten Gebäuden 47.100 m² BGF (70%) auf einem energetisch hohem Niveau.

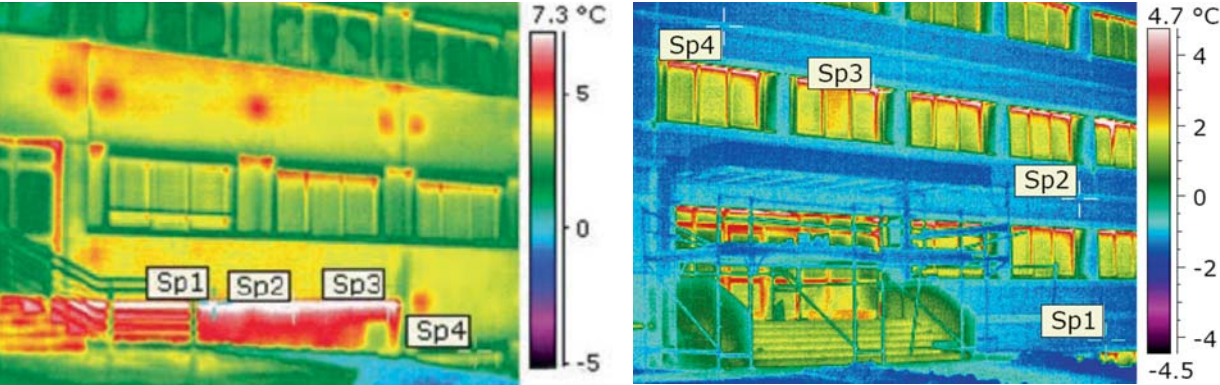
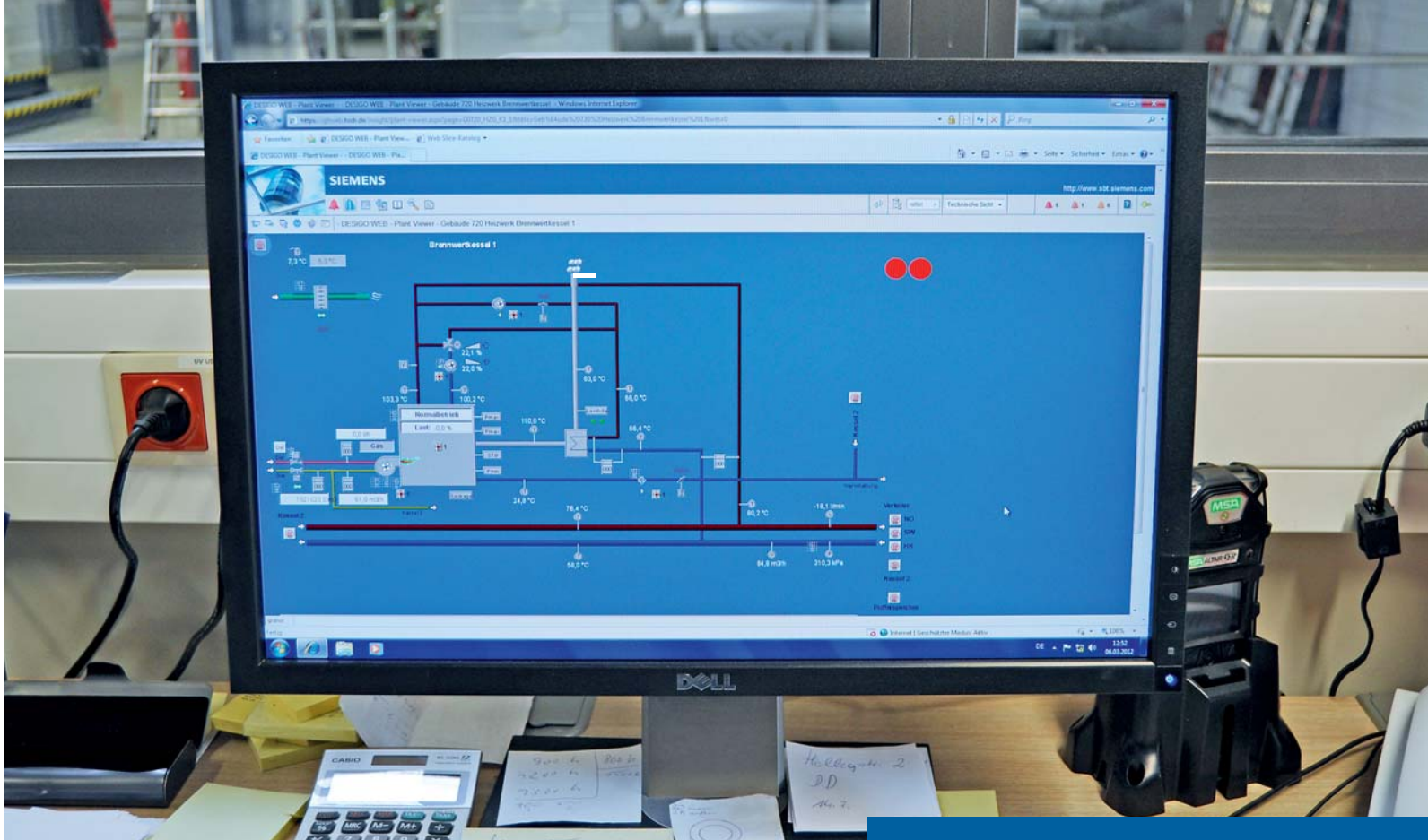


Bild 3.4: Thermografie der Fassade des Gebäudes 620 vor und nach der energetischen Sanierung. Im linken Bild ist erkennbar, dass im Fassadenbereich zwischen den Fenstern erhebliche Wärmeverluste auftreten (rote Punkte auf gelbem Hintergrund). Im rechten Bild, nach der Sanierung, ist das gesamte Zwischenfensterband gut isoliert (blau).



3.2. AKTIVE WÄRMEEINSPARUNG DURCH WAHL DES BETRIEBSREGIMES
DER HAUSTECHNIK

Ein großer Teil der Forschung in den chemisch orientierten Instituten des HZDR ist durch den Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen geprägt. Hierfür fordert die Strahlenschutzverordnung die Einhaltung der DIN 25425-1. Diese legt fest, dass mindestens acht Luftwechsel pro Stunde realisiert werden. Damit hat man, allgemein betrachtet, vollklimatisierte Laborräume zur Verfügung zu stellen.

Im Labor- und Bürogebäude 801 des HZDR beträgt der Anteil der zwangsbelüfteten Laborräume 45 % der Nutzfläche, der Anteil des Wärmeverbrauchs in diesen Räumen liegt aber bei etwa 70 %. Bis 2004 hat die Strahlenschutzbehörde den Einbau von Wärmerückgewinnungsanlagen im Fortluftpfad aus sicherheitstechnischen Gründen nicht gestattet. Gleiches galt für einen Betrieb mit reduziertem Luftwechsel



außerhalb der Regelarbeitszeiten. Inzwischen konnte das HZDR mit Unterstützung der Haus-
technikerplanungsbüros aber die Sicherheit
moderner Anlagen überzeugend darlegen, so
dass Wärmerückgewinnungstechnik für dieses
Gebäude eingebaut werden durfte. Auch für die
angestrebte Absenkung des Luftwechselzyklus
außerhalb der Arbeitszeit wurde eine Zustim-
mung der Strahlenschutzbehörde erwirkt. Unter
Berücksichtigung zusätzlicher Sicherheitsauf-

lagen ist es nun möglich, die Luftwechselzahl
von acht auf drei zu reduzieren. Beide Maßnah-
men bringen in erster Linie eine Einsparung an
Wärmeenergie, aber auch Elektroenergie kann
durch den reduzierten Betrieb der lufttechni-
schen Anlagen eingespart werden.

Mit einer generellen Nachtabenkung der
Heizungsanlagen in den Gebäuden wurden
weitere Einspareffekte erzielt.



Strahlungsquelle ELBE

3.3. OPTIMIERUNG DER NAHWÄRMENETZE

Der Forschungsstandort hat eine zentrale Wärmeversorgung mit einem entsprechenden Nahwärmenetz. Diese Art der Versorgung ist vor allem der Insellage und der großen Entfernung zu den nächsten Fernwärmenetzen geschuldet. Der Standort des Heizwerkes war in einer absoluten Randlage, daraus resultierte ein Nahwärmenetz von 4,3 km Länge. Das Netz war zum Teil in 3-Leiter-Technik errichtet, um nach damaligem Stand der Technik Verluste zu minimieren. 2002 war das Nahwärmenetz 45 Jahre alt, noch weitestgehend im Ursprungszustand und nicht zeitgemäß isoliert. Die mittleren Wärmeverluste pro Jahr lagen bei 22 – 24 %.

Im Zuge der generellen Erneuerung der Wärmeversorgung des Standortes wurde das Heizwerk in die Nähe der Hauptverbraucher und im Bebauungsschwerpunkt des Standortes verlegt. Dadurch konnte das Nahwärmenetz auf 3,5 km verkürzt werden. Neben der Anpassung der Leitungsquerschnitte auf die geringeren Verbräuche und der besseren Isolierung der Leitungen konnte vor allem auch durch die Absenkung der Vorlauftemperaturen eine Reduktion der Verluste erzielt werden. Die bisherigen Vorlauftemperaturen von 110°C bis 130°C wurden im neuen Nahwärmenetz auf 90°C begrenzt.

Nach einem vollen Betriebsjahr der neuen Wärmeversorgung wurde ein Wert für die Netzverluste von 8,3 % ermittelt.

Erneuerung der Wärmeversorgung



Betriebsrestaurant

3.4. EINSATZ ERNEUERBARER ENERGIEN UND DEREN ÄQUIVALENTE

Signifikante CO₂-Einsparungen erreicht man durch den Einsatz erneuerbarer Energien für die Wärmebereitstellung.

Nach dem Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz (EEWärmeG) wird der zwingende Einsatz erneuerbarer Energien oder deren Äquivalente für die Beheizung von Neubauten gefordert.

Das HZDR hat diesem Aspekt bei der Wärmeversorgung des Standortes in zweierlei Hinsicht Rechnung getragen:

- Aufbau und Betrieb einer großen Geothermieanlage von 350 kW
- Neubau eines Heizwerkes auf BHKW-Basis.

Der Bedarf an Wärmeenergie des Forschungsstandortes Rossendorf wird aus einer eigenen Energiezentrale gedeckt. Deren Herzstück sind zwei BHKW-Motoren, die mit Gas betrieben werden. Die Leistungen mit 736 kW_{th} und 1164 kW_{th} sind so gestaffelt, dass immer mindestens ein BHKW arbeiten kann und ausreichend Wärmeabnahme vorhanden ist. Für den Spitzenwärmebedarf im Winter sind zwei Gaskessel installiert.

Im Sommer, wenn der Wärmebedarf am Standort eventuell in den unteren Grenzbereich des Betriebsregimes des kleinen BHKW kommt, ist als zusätzlicher Wärmeabnehmer eine Absorptionskälteanlage aufgebaut worden. Diese



Gaskessel des Heizwerkes



BHKW-Motor im Heizwerk

versorgt das Rechenzentrum mit seinem ständig hohen Kühlbedarf im Serverraum. Damit wird einem zu häufigen Takten des BHKW und schnellerem Verschleiß vorgebeugt. Hier zeigt sich auch ein wichtiger Aspekt aller Energieeinsparmaßnahmen: Man muss sie im Komplex mit den optimalen Betriebsparametern der technischen Anlagen betrachten, um nicht zusätzlichen Wartungs- und Instandhaltungsaufwand zu erzeugen.

Die große Geothermianlage mit 350 kW dient der Wärme- und Kälteversorgung eines Gebäudekomplexes mit rd. 5.000 m² BGF. Die 40 Geothermiesonden befinden sich unter einem Parkplatz und reichen bis in eine Tiefe von 99 m. Im Gebäude wird das Kühlmittel aus den Erdsonden durch zwei Wärmepumpen verarbeitet und die Energie für die entsprechenden Heiz- oder Kühlkreisläufe bereitgestellt. Im Winter erfolgt die

komplette Gebäudeheizung der zwei großen Gebäude aus der Geothermie. Nur die Warmwasserbereitung im Waschraumkomplex für die technischen Dienste erfolgt separat, weil es sich dort um einen kurzzeitigen Spitzenbedarf handelt. Im Sommerhalbjahr kann die Geothermianlage zur Gebäudekühlung benutzt werden. Dazu sind im Eingangs- und Logistikkomplex Betonelemente zur Bauteilaktivierung im Deckenbereich installiert. Die Kühlleistung reicht außerdem aus, um den angrenzenden Hörsaal und die Konferenzebene im Nachbargebäude mit zu kühlen. Der Vorteil der Gebäudekühlung im Sommer ist die Rückführung eines Teils der Wärme ins Erdreich. Dadurch wird der Energievorrat für die nächste Heizperiode verbessert, was insgesamt der Verlängerung der Lebensdauer und der Erhöhung der Effektivität der Gesamtanlage dient.



In den ersten beiden vollen Betriebsjahren 2010 und 2011 wurden aus der Geothermieranlage durchschnittlich 350 MWh Wärme und 75 MWh Kälte gewonnen. Diesen 425 MWh steht ein Stromverbrauch zum Betrieb der Wärmepumpen von 110 MWh gegenüber. Die Kosteneinsparungsanalyse erfolgte auf der Basis der vom HZDR zu zahlenden aktuellen Strom- und Wärmepreise. Danach waren für den Betriebsstrom der Wärmepumpen 13.000 €/a aufzuwenden. Die Einsparung durch nicht entstandene Wärme- und Stromkosten beliefen sich auf 18.300 €/a bzw. 15.900 €/a.

Unter dem Gesichtspunkt der Erfüllung des Erneuerbare-Energie-Wärme-Gesetzes und der EnEV ist der Gesamtkomplex der Wärmeversorgung des Standortes durch BHKW und Geothermie als sehr vorteilhaft zu bewerten.

Für die Ermittlung des Primärenergiebedarfs eines Gebäudes spielt der Primärenergiefaktor eine wesentliche Rolle. Gemäß EnEV wird bei Nahwärmenetzen pauschal ein Faktor von 0,7 angesetzt. Für die neu errichtete Gesamtwärmeversorgung des Forschungsstandortes Rossendorf wurde der Faktor zertifiziert, dabei ergab sich für den Standort ein Wert von 0,25.

Unter Berücksichtigung dieses Ergebnisses lassen sich auch für schwierig zu sanierende Gebäude die Anforderungen der EnEV 2009 unterbieten.

Das Gesamtsystem der Wärmeversorgung am HZDR ist so strukturiert, dass auch die Anforderungen des EEWärmeG bei baulichen Erweiterungen erfüllt werden können. Der Gesetzgeber fordert, dass mindestens 50 % des Wärmebedarfs bei Neubauten aus erneuerbaren Energien gedeckt werden. Durch BHKW erzeugte Wärme gilt dabei als Äquivalent für erneuerbare Energien.

◀ Bohrung für die Erdsonden der Geothermieranlage



Radiochemisches Laborgebäude nach der Sanierung

Eine Stichtagsbetrachtung zum 1. Januar 2012 ergibt folgendes Bild: Die Auslegung des BHKW erfolgte so, dass bei Einhaltung eines KWK*-Anteils am Gesamtwärmebedarf von 50 % noch eine Reserve von 2.980 kW an Anschlussleistung für neue Gebäude vorhanden war. Durch die inzwischen errichteten bzw. im Bau befindlichen neuen Gebäude wird davon eine Leistung von 1.817 kW (Planungswerte) in Anspruch genommen. Damit verbleibt eine Reserve von rund 1.150 kW Heizleistung für weitere Bauten auf

* KWK ... Kraft-Wärme-Kopplung

dem Forschungsstandort, ohne dass das Kriterium des 50 %-igen KWK-Anteils an der Wärmeversorgung unterschritten wird.

Wenn mehr Wärme abgenommen wird, erhöht sich auch die Laufzeit der BHKW und es kann mehr Eigenstromerzeugung erfolgen. Das Potenzial an zusätzlicher Arbeit pro Jahr beträgt rund 5.000 MWh. Die Ausnutzung wäre von erheblichem wirtschaftlichen Vorteil für das HZDR und von ökologischem Nutzen.



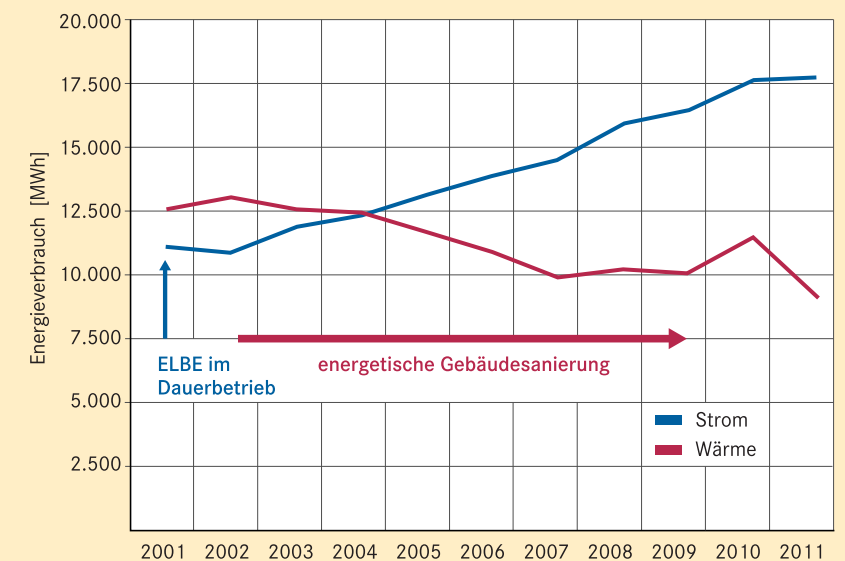
Saniertes Gebäude Institut für Strahlenphysik

4. ELEKTROENERGIEEINSPARUNGEN

Der Verbrauch von Elektroenergie hat im HZDR in den letzten 20 Jahren deutlich zugenommen. Es wurden zwar viele Geräte mit geringerem Strombedarf pro Gerät eingeführt, dafür stieg die Zahl der Geräte absolut, so dass entsprechend auch der Strombedarf stieg. Ein Beispiel für letzteren Effekt ist die Verbreitung von Personalcomputern, die ganz wesentlich in den letzten beiden Dekaden erfolgte. Aus Sicht einer Forschungseinrichtung kommt noch ein anderer Aspekt zum Tragen. Neue Messgeräte oder Laboranlagen vergrößern den Gerätepark einerseits in seiner Vielfalt, haben aber auch neue Ansprüche. Selbst wenn das einzelne Gerät einen geringeren Strombedarf als seine Vorgänger hat,

Entwicklung des Energieverbrauches des HZDR in den letzten 10 Jahren

Bild 4.1: Der Wärmebedarf konnte durch energetische Gebäudesanierung reduziert werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass im dargestellten Zeitfenster vier Neubauten in Nutzung genommen wurden. Der Elektroenergiebedarf stieg beständig durch den Erwerb neuer wissenschaftlicher Ausrüstungen.



braucht man zum Betrieb mehr Energie, da extrem hohe Forderungen an die Aufstellungsbedingungen der Geräte und Anlagen vom Hersteller vorgegeben werden. Der Hersteller verlagert den Teil des Entwicklungsaufwandes, der ein Gerät „robust“ werden lässt, auf den Nutzer, indem er ihm aufwendige Installationsbedingungen vorgibt (beispielsweise Temperaturkonstanz von $\pm 0,5$ K). Die Verbrauchssituation des HZDR in der letzten Dekade ist im Bild 4.1 dargestellt. Darin enthalten ist der Vergleich zum Wärmeverbrauch.

Daraus ergeben sich zwei Gesichtspunkte: (i) Der Strombedarf steigt weiter und Sparmaßnahmen sind geboten, (ii) Einspareffekte im Bereich Strombedarf sind in der Regel kleiner als bei Wärmeenergie.

Mit dem Ziel der Elektroenergieeinsparungen sind im HZDR vor allem folgende vier Richtungen verfolgt worden:

- Green IT
- effiziente Stromerzeugung durch BHKW
- nutzungsabhängige Beleuchtung
- Optimierung der Mittelspannungsversorgung



Serverraum des HZDR, Detail

4.1. GREEN IT

Die Bewegung für den wirtschaftlichen Betrieb von Rechenzentren ist knapp ein Jahrzehnt alt. Im Jahre 2008 machte die Cebit „Green IT“ zu ihrem Motto. Ausgangspunkt vieler Betrachtungen war, dass mit der rechnergestützten Bearbeitung und Steuerung vielfältiger Prozesse ein exponentielles Breitenwachstum entstanden war, da man jeder Anwendung einen eigenen Server

zuordnete. Teil dieser Tendenzen waren wohl auch Sicherheitsüberlegungen zur Abschottung bestimmter Anwendungen von der allgemeinen Servernutzung. Vor allem Platzprobleme bei der Unterbringung der vielen Server haben eine Entwicklung hin zu virtuellen Servern forciert. Es war festzustellen, dass der Auslastungsgrad der Mehrzahl der Server unter 20 % lag. Das war bei

den meisten Prozessen aber nicht identisch mit einer gleichgroßen Reduktion des Strombedarfes. Nur in dem Maße, wie ein physischer Server für mehrere Anwendungen als „virtueller“ Server eingesetzt wurde, konnte der Energiebedarf gesenkt werden. In der Folge konnten sekundäre Einsparungen durch nicht mehr notwendigen Klimatisierungsaufwand für die Serverräume erzielt werden.

Aus Sicht des Anwenders sind bei Green IT vier Themen zu betrachten [6]:

- Effiziente Nutzung der Hardware (Konsolidierung, Virtualisierung)
- Energieeffiziente Hardware (Rechenzentren und Klienten)
- Energieeffiziente Kühlung (Klimatechnik des RZ)
- Abwärmenutzung (Heizung / Warmwasser)



Das HZDR hat 2006 mit der systematischen Virtualisierung von Servern in der zentralen IT begonnen. Konkret waren Ende 2011 ca. 120 virtuelle Server auf sechs Blade-Server-Systeme konzentriert. Auf der Basis der tatsächlichen Verbrauchswerte der ersetzten Server errechnet sich daraus eine Einsparung von 250 MWh Elektroenergie pro Jahr. Das ist zwar nur etwa 0,5 % des Gesamtstromverbrauches des HZDR, aber hier ist auch nur die zentrale IT erfasst.

Weitere Veränderungen in Richtung Nachhaltigkeit erreicht man durch energiesparende Desktops. Der Einsatz von Terminals (sogenannten „ultra-thin clients“) mit 4 W Leistungsbedarf statt vollwertiger PCs mit 30 W Leistungsbedarf kann beachtliche Effekte erzielen. Ein System von 300 solcher Terminals mit fünf Servern zur Versorgung erzielt eine jährliche Energieeinsparung von 60 MWh. Soweit vollwertige Desktops notwendig sind, kann man mit dem Einsatz neuester ener-

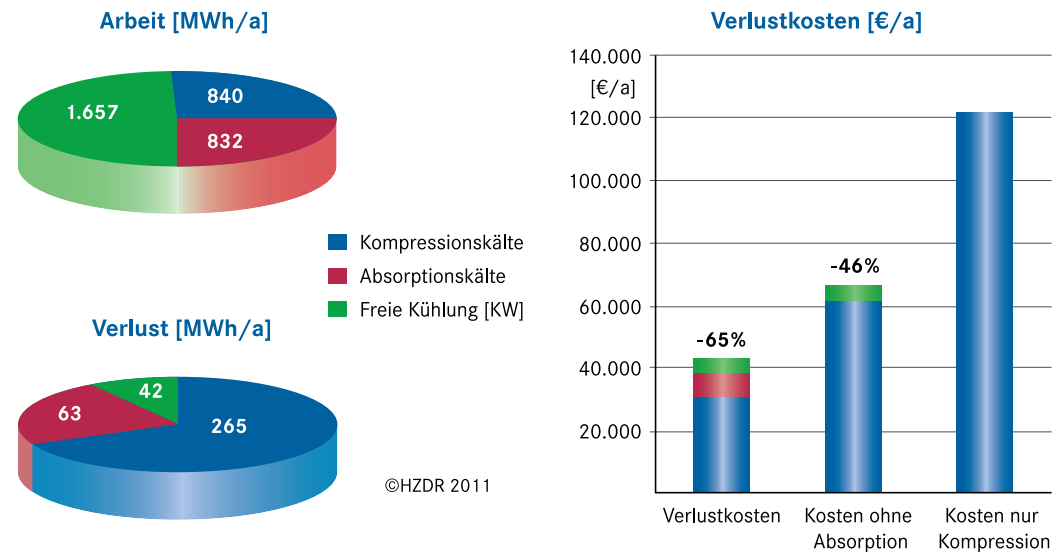


Bild 4.2: Aufteilung der im Rechenzentrum benötigten Kühlleistung auf die drei Betriebsmodi und errechnete Kostenreduktion im Vergleich zu reiner Kompressionskälte.

giesparender Modelle Vorteile erzielen. Die Industrie bietet bereits PCs und Bildschirme mit fast 0 Watt Stand-by-Leistungsbedarf an. Natürlich darf dann kein Bildschirmschoner eingeschaltet sein. Hier ist das Energie-„sparen“ vor allem eine Frage der Investitionsmöglichkeiten in neue PC-Technik.

Beim Thema energieeffiziente Hardware muss man auch die Notstromversorgung des Rechenzentrums mit betrachten. Auf dem Markt erhältlich sind USV-Anlagen mit nur 1 % Verlusten, während traditionelle Anlagen Verluste im Bereich 7–10 % haben. Auch wenn die Differenz nicht groß erscheint, so ergibt sich allein für das Rechenzentrum des HZDR eine Strom einsparung von 100 MWh/a. Das sind immerhin noch 20 % der Einsparung durch Servervirtualisierung.

Im Bereich der energieeffizienten Kühlung hat das HZDR mit der Modernisierung des Rechenzentrums 2011/12 ein neues Kühlkonzept umgesetzt. Die Kühlung erfolgt durch einen Mix aus freier Kühlung, Absorptionskälte und Kompressionskälte. Durch die Wahl einer hohen Vorlauftemperatur (15 °C) kann die freie Kühlung über eine lange Laufzeit genutzt werden. Im Sommer wird der Kühlbedarf durch eine Absorptionskältemaschine in der Grundlast abgedeckt. Nur für den Spitzenbedarf wird auf Kompressionskälte zurückgegriffen. Im Vergleich zu einer Lösung mit nur Kompressionskälte spart man in dieser Version 65 % der Energiekosten ein (Bild 4.2).

4.2. STROMERZEUGUNG AUS BHKW

Mit der Stromerzeugung durch BHKWs wird im eigentlichen Sinne kein Strom eingespart. Es wird aber der Einsatz von Brennstoffen zur Stromerzeugung vermieden, da die Stromerzeugung als Nebenprodukt der sowieso notwendigen Wärmeerzeugung angesehen werden kann.

Das HZDR hat mit seinen beiden BHKW eine Kombination gewählt, in der immer mindestens ein BHKW-Motor in Betrieb sein kann. Es wird ein wärmegeführter Betrieb gefahren. Damit wird bei jeder notwendigen Wärmeerzeugung auch Strom produziert, der im Forschungszentrum abgenommen wird.

Im Sommerhalbjahr, bei geringer Wärmeabnahme durch die Lüftungsanlagen der Kontrollbereiche, wird ein Teil der produzierten Wärme in einer Absorptionskältemaschine im Rechenzentrum umgesetzt. Damit wird eine Grundlast für das BHKW vorgehalten und der getaktete Betrieb weitestgehend vermieden.

In den ersten neun Monaten des Betriebs der BHKW wurden im HZDR 8.250 MWh Strom erzeugt. Bei einem typischen Jahresbedarf des Standortes von 20.000 MWh entspricht das hochgerechnet 55 % des Jahresbedarfes.

4.3. BELEUCHTUNG

Auch wenn der Bedarf für die Beleuchtung nur einen kleineren Teil des Gesamtbedarfs des Forschungszentrums ausmacht, so sind auch hier Sparmöglichkeiten ohne Einschränkungen für die Nutzung gegeben. Mit den Sanierungen und Neubauten von Gebäuden wurde in unregelmäßig genutzten Bereichen (z.B. Sanitärbereiche, Nebenflure) eine Beleuchtungssteuerung durch Bewegungsmelder eingeführt. Dort, wo Tageslicht für die Belichtung der Bereiche nutzbar ist, wurde die Steuerung durch Dämmerungsschaltungen ergänzt. Damit wird Beleuchtung nur dann betrieben, wenn auch Personen anwesend sind und das natürliche Licht unzureichend ist.

BHKW: Blockheizkraftwerk ►





Ein anderes Gebiet ist die Außenbeleuchtung von Verkehrsflächen. Der Zwang zu Kostenreduktionen hat viele Städte schon dazu gebracht, die Straßenbeleuchtung nach 22 Uhr deutlich zu reduzieren.

Das HZDR hat den Aspekt der Reduktion von Beleuchtung bei Neubauten von Verkehrsflächen ebenfalls aktiv betrieben. Für Parkplätze wurde darauf hingewirkt, dass die Anzahl der Lampen so gering wie möglich bemessen wird. Es ist nicht notwendig, noch die „allerletzte Ecke“ normgerecht mit 1 lx zu beleuchten.

Bei großen und nachts nicht genutzten Flächen wurde die Beleuchtung in zwei oder drei Gruppen geschaltet, damit nutzungsabhängige Abschaltungen möglich sind. So sind z.B. die großen Außenflächen im Bereich des Komplexes „Eingang – Logistik – Betriebsrestaurant – Bibliothek“ ab 22 Uhr nur noch mit einem Drittel der installierten Leuchten erhellt.

Diese Reduktion der Beleuchtung lässt sich nur durch aktive Wirkung des Bauherrn durchsetzen. Planungsbüros liefern regelmäßig Vorschläge zur DIN-gerechten Ausleuchtung von Außenflächen bis in den letzten Winkel.

Am Beispiel eines Parkplatzes mit 35 Stellflächen ergibt sich folgender Effekt: Bei DIN-gerechter Planung wären zehn Mastleuchten zum Einsatz gekommen. Macht man geringe Abstriche und fordert die 1-lx-Ausleuchtung nur noch für die Bewegungsflächen zwischen Stellflächen und zwei Drittel der Stellfläche (Zugangsbereich zum Auto), so sind sechs Mastleuchten ausreichend.

Dadurch werden Investitions- und Betriebskosten eingespart.



4.4. OPTIMIERUNG DER MITTELSPANNUNGSVERSORGUNG

Aus der Aufbauphase des Standortes gab es einen Mittelspannungsring auf 6-kV-Ebene mit drei Trafostationen, von denen die Gebäude auf 400-V-Niveau versorgt wurden. Aufgrund des Alters des Ringes und der zunehmenden Fehleranfälligkeit wurde ein Ersatz auf dem Spannungsniveau 20 kV geplant. Parallel wurde aus der Analyse der Bedarfsschwerpunkte eine Ausweitung des Netzes der Transformatorstationen entwickelt. Durch die bereits entstandenen und die noch absehbaren Veränderungen in der Lastverteilung war es sinnvoll, zwei weitere Transformatorstationen zu errichten. Ab Ende 2012 sind dann alle Transformatorstationen in den 20-kV-Ring integriert. Der Abstand der Großverbraucher von den Transformatorstationen, der bisher bis zu 900 m betrug, ist auf < 250 m reduziert worden.

Energetischer Hintergrund dieses Projektes ist, dass die Leitungsverluste auf der 20-kV-Spannungsebene viel geringer ausfallen als auf 400-V-Niveau. Gleichzeitig wurden mit diesem Projekt zwei Aspekte der Zuverlässigkeit der Stromversorgung des Forschungsstandortes realisiert. Durch den Übergang von 6 kV auf 20 kV konnte die maximal nutzbare elektrische Leistung auf 14 MW erhöht werden. Durch die Einbindung aller Trafostationen in einen Ring erreicht man eine redundante Versorgung. So können notwendige Arbeiten im Ring ohne Unterbrechung der Versorgung bei den Nutzern erfolgen.

5. WASSERBEWIRTSCHAFTUNG

Unter dem Gesichtspunkt der nachhaltigen Entwicklung eines größeren Grundstückes ist der Umgang mit der Ressource Wasser von nicht unerheblicher Bedeutung.

Das HZDR hat das Thema Wasser in den vier Gebieten

- Kühlwasser,
- häusliches Abwasser,
- Regenwasser und
- Löschwasser

soweit entwickelt, dass es auch unter ökologischen Gesichtspunkten als hochgradig verträgliche Nutzung betrachtet werden kann.



5.1. KÜHLWASSER

Die Kühlung von Geräten und Anlagen ist in Laboren mit physikalischer Ausrichtung ein wichtiger Punkt. Hier sind vor allem Beschleunigeranlagen und Strahlführungssysteme große Nutzer von Kühlwasser. Alle dauerhaft betriebenen Anlagen sind an geschlossene Kühlkreisläufe angeschlossen, so dass sich der Trinkwasserbedarf auf die Austauschprozesse beschränkt.

Betrachtet sind dabei nur die Systeme zur Kühlung von Anlagen außerhalb der Raumlufttechnik. Im HZDR sind 15 wasserbasierte Kühlanlagen mit insgesamt 3.260 kW Leistung installiert. Im letzten Jahrzehnt wurde bei Neuinstallationen gezielt darauf geachtet, dass mögliche freie Kühlung auch genutzt wird. Insgesamt ist aber die Nutzung von geschlossenen Kühlkreisläufen Stand der Technik und wird bei neu zu errichtenden Anlagen auch immer realisiert.



Rückkühlwerk für geschlossenen Kühlkreislauf Geb. 253



Abwasserpumpstation

5.2. SCHMUTZWASSER

Für das am Standort und im benachbarten Gewerbegebiet anfallende Schmutzwasser gab es eine Kläranlage im HZDR. Diese Anlage hatte zwar einen Jahresdurchsatz von ca. 50.000 m³, war aber für die 3-fache Kapazität ausgelegt und arbeitete damit nicht effektiv. Von der Menge stammten allerdings nur 30 % vom Forschungsstandort selbst. Im Zuge der Prüfung von Alternativen bei der Sanierungsplanung wurde dann folgender Weg gewählt: Die Stadtentwässerung

Dresden beabsichtigte, im ca. 6 km entfernten Eschdorf eine bestehende Kläranlage zu modernisieren. Damit ergab sich die Möglichkeit, das Schmutzwasser des Forschungsstandortes in den Bereich der Stadtentwässerung überzupumpen. Mit der Realisierung dieses Projektes ergaben sich aus ökologischer Sicht eine Reihe von positiven Effekten. (i) Das Schmutzwasser wird in einer großen Kläranlage effektiver behandelt. (ii) Probleme durch die einseitige Belastung mit



Hörsaal nach Sanierung

Tensiden (Quelle: Gewerbegebiet) wurden durch das größere Einzugsgebiet kompensiert. (iii) Die Nachbehandlung des Klärwassers zur Reduktion des Phosphatgehaltes in der Kläranlage Rossendorf konnte eingestellt werden. Damit kommen weniger chemische Hilfsmittel zum Einsatz.

5.3. NIEDERSCHLAGSWASSER

In jedem bebauten Grundstück fällt auf den versiegelten Flächen Regenwasser an, das abgeleitet werden muss. Der Forschungsstandort Rossendorf besitzt eine Trennkanalisation, die das Regenwasser separat ableitet. Die Ausläufe der Regenwasserkanalisation speisen in den Kalten

Bach ein, der im Grundstück sein Quellgebiet hat. Das Regenwasser ist durch die Einleitung in ein Fließgewässer kaum noch weiter nutzbar. Andererseits hat es durch die spezielle geografische Lage in den Dörfern in unmittelbarer Nähe des Forschungszentrums bei Starkregen Überschwemmungen am Kalten Bach gegeben. Für den Gesamtwasserhaushalt einer Region ist vor allem der Erhalt der Ergiebigkeit des Grundwassers von Bedeutung, wenn die Fließgewässer durch verschiedene Belastungen nicht zusätzliches Trinkwasser für den steigenden Bedarf bereitstellen können. Die Region Ostsachsen zählt für die Klimaforscher bereits zu den semiariden Gebieten, so dass der Ressource Grundwasser erhöhte Bedeutung zukommt.

Das HZDR hat bei seinen Sanierungs- und Baumaßnahmen nach 1992 vorzugsweise auf die Entsorgung des Regenwassers durch Versickerung gesetzt. Dafür wurden oberirdische Versickerungsmulden oder auch unterirdische Rigolenanlagen gebaut. Insgesamt leiten 85 % der neu versiegelten oder durch Umbau veränderten Flächen ihr Regenwasser in Versickerungsanlagen ein. Aktuell wird von der Gesamtregenwasserbilanz des Standortes 48 % zur Versickerung gebracht. Der Rest fließt weiterhin über die traditionelle Kanalisation in den Kalten Bach. Das ist aber eine große und nachhaltige Änderung, wenn man bedenkt, dass bis 1992 das gesamte Regenwasser in den Kalten Bach abgeleitet wurde. Ein weiterer Aspekt bei der Regenwasserbewirtschaftung ist, dass alle neuen oder sanierten Parkflächen für PKW seit 2002 so gestaltet werden, dass sie regenwasserdurchlässig sind und somit zur Versickerung beitragen.

5.4. LÖSCHWASSER

Gemäß den Richtlinien für den Brandschutz wird bei größeren Gebäuden mit Nutzung durch wissenschaftliche Experimente in der Regel eine Bereitstellung von $96 \text{ m}^3/\text{h}$ an Löschwasser für zwei Stunden gefordert. Die Stadtwerke haben offenbar zunehmend Probleme, diese Mengen vertraglich zuzusagen, zumal Trinkwasser eine wichtige Ressource für die Allgemeinheit ist. Das HZDR hat daher die lokalen Möglichkeiten genutzt und im Harthteich (auf dem Zentrumsgelände) eine Löschwasserpumpstation errichtet. Mit Hilfe eines Löschwasserrohrsystems und separaten Hydranten wird eine fast vollständige Abdeckung des bebauten Areals erreicht.





6. STÄDTEBAULICHE ASPEKTE UND VERKEHR

Der Forschungsstandort Rossendorf ist ein großes Grundstück mit einem zentralen Zugang. Die Aufstellung der Gebäude in der Gründungsphase hat sich einerseits an thematischer Gruppierung (Reaktor, Zyklotron, Radiochemie, Werkstätten, Verwaltung, Kantine, Bibliothek-Hörsaal), andererseits an sicherheitstechnischen Fragen orientiert. So wusste man 1957 noch relativ wenig über Langzeitwirkungen von Strahlung, auch waren die Nachweisgrenzen noch nicht so niedrig wie heute. Somit bildeten die „Strahlungserzeuger“ Reaktor-Zyklotron-Radiochemie ein Basisdreieck mit typischen Abständen zwischen 150 m und 400 m. Schon damals wurde darauf geachtet, die Anzahl der Erschließungsstraßen gering zu halten. In der nachfolgenden Standortentwicklung bis 1990 wurden vor allem Bauten in unmittelbarem Anschluss an die bestehende Bebauung errichtet.

6.1. INANSPRUCHNAHME VON WALD / WIEDERBEBAUUNG VORHER GENUTZTER FLÄCHEN

Im Zuge der Sanierung und schrittweisen Neugestaltung des Standortes durch das HZDR wurden die vorhandenen Ressourcen an Bauflächen ins Kalkül gezogen. Trotzdem war es nicht immer vermeidbar, auf Flächen innerhalb des Waldbestandes zurückzugreifen. Im Einklang mit der staatlichen Forstverwaltung werden die notwendigen Waldumwandlungen realisiert. In jedem Fall erfolgte eine Ersatzaufforstung, teilweise auf dem eigenen Grundstück, immer jedoch innerhalb des eigenen Forstbezirkes. So konnte die Waldfunktion als sozioökonomischer Faktor für die Region erhalten bleiben.

Im Zuge der Genehmigungsverfahren für Gebäudesanierungen und Gebäudeerweiterungen war ein Konfliktpunkt zwischen Gesetzeslage und Ressourcenschonung erkennbar. Das Sächsische Waldgesetz fordert einen Waldabstand von 30 m zum Gebäude. Bei der Mehrzahl der Bestandsbauten war das nicht gegeben. Trotzdem wurde von der Bauaufsichtsbehörde nicht in allen Fällen dem Antrag auf eine Ausnahmegenehmigung für Waldabstände unter 30 m stattgegeben. In einem Fall ist es dem HZDR gelungen, einen Kompromiss mit Bau-, Naturschutz- und Forstbehörde zu verabreden. Danach wird der Waldabstand zum Gebäude auf 15 m reduziert. Die Zone zwischen 15 und 30 m wird mit niedrig wachsenden Gehölzen bepflanzt. Damit wird sowohl dem Schutzprinzip der Bauwerke als auch dem Erhalt möglichst großer Waldflächen genügt.



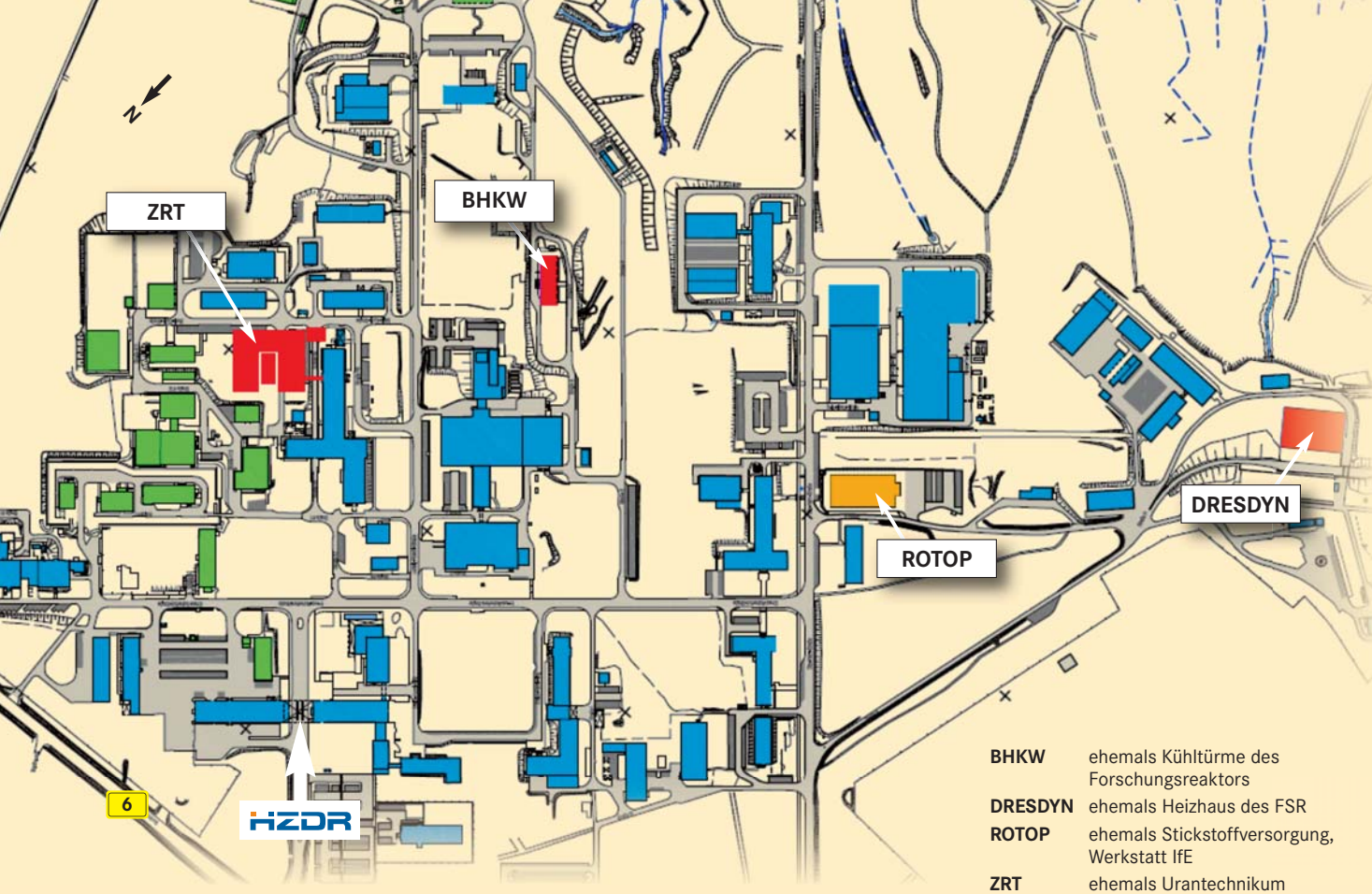


Bild 6.1: Lage großer Neubauprojekte auf wiedergenutzten Arealen des Forschungsstandortes.

Das HZDR befindet sich noch in seiner baulichen Entwicklung. Deshalb stellt sich bei Neubauten stets die Frage nach einem sinnvollen Standort. Einerseits ist der innere, wissenschaftliche Zusammenhang mit den bereits vorhandenen Aktivitäten der zukünftigen Nutzer zu betrachten. Andererseits ist unter städtebaulichen und ressourcenschonenden Aspekten auch die Kompaktierung der Bebauung von Bedeutung. In Abwägung der Prioritäten wurden für drei große

Neubauvorhaben Standorte gefunden, die vorher schon bebaut waren oder noch bebaut sind (Bild 6.1). Die neue Energiezentrale mit BHKW entstand auf der Fläche der ehemaligen Kühltürme des Reaktors. Ein neues Zentrum für radiopharmazeutische Tumorforschung (ZRT) wird gerade auf einer inneren Fläche errichtet, auf der früher ein Urantechnikum stand, das in den 1990-er Jahren zurückgebaut wurde.

In der Genehmigungsphase befindet sich ein Neubau für ein großes Dynamoexperiment mit Natrium (DRESHDYN). Als Standort wurde der Platz des ehemaligen Heizwerkes ausgewählt. Das Altgebäude wird zurückgebaut. Ein Teil der Kohlebunkerstrukturen soll erhalten bleiben und eine Schutzfunktion gegenüber der Grundstücksaußengrenze übernehmen. Schließlich ist in diesem Kontext zu erwähnen, dass die Ansiedlung des forschungsnahen Unternehmens ROTOP Pharmaka AG im Zentrumsgelände auf einem Grundstück erfolgte, das vorher mit mehreren kleineren Gebäuden bebaut war.

6.2. VERKEHRSFRAGEN

Zur Standortentwicklung gehört auch der Verkehrsaspekt. Traditionell hat der Forschungsstandort eine Zufahrt. Diese befand sich früher isoliert von der restlichen Bebauung (ca. 450 m Abstand) direkt an der Bundesstraße 6. Die Folge davon war, dass neben dem Zielverkehr der Mitarbeiter auch sämtlicher Lieferverkehr über interne Straßen abgewickelt werden musste. Im Zuge der Entwicklung und Umsetzung eines Masterplanes in den Jahren ab 2002 wurde die logistische Schnittstelle „innen – außen“ neu definiert. Mit der Schaffung eines Eingangs- und Logistikbereiches, zwar noch an der B6 orientiert, aber in unmittelbarer Nachbarschaft zur Kernbebauung, wurde der Lieferverkehr und auch Teile des Besucherverkehrs aus dem inneren Straßennetz herausgenommen. Bild 6.2 zeigt die Gegenüberstellung des Ist-Zustandes 2002 und des Konzeptes des Masterplanes, das im Wesentlichen bis 2009 umgesetzt wurde.



Verkehrsströme vor 2009



Bild 6.2: Vergleich der Verkehrsströme vor 2009 und nach Bau des neuen Eingangs mit einheitlicher Logistikschnittstelle (Quelle: Masterplan Rossendorf, HENN Architekten Berlin)

Verkehrsströme

- Post
- Warenanlieferung
- Zielverkehr Vorstand
- Handwerker
- Besucher / Wissenschaftliche Tagungen

- Waldgrundstück
- Streubebauung
- Lange Wege
- Versteckte Lage
- Ungünstige Anlieferung
- Unwirtschaftliche Ausdehnung
- Mischnutzung
- Zergliederung

Waren und Post werden am Logistikgebäude als Teil des neuen Eingangsbereiches zentral angeliefert. Die interne Verteilung erfolgt durch das HZDR selbst, wobei eine optimale Routenplanung mit geringen Fahrzeugbewegungen möglich wird. Einen direkten regelmäßigen Lieferverkehr bis zum Laborgebäude gibt es nur noch bei technischen Gasen und Kryoflüssigkeiten. Eine zusätzliche Verkehrsberuhigung ist dadurch eingetreten, dass Besucher von Vorstand, Stab und Standortmanagement nicht mehr in den Standort einfahren müssen. Die am stärksten extern besuchten Organisationseinheiten sind im Eingangsgebäude untergebracht, das öffentlich zugänglich ist. Die Grenze Außen-Innen-Bereich wurde an die Gebäudegrenze zum Zentrum hin verlegt.

Gleichzeitig mit der Verkehrsberuhigung wurde der Standort fahrradfreundlicher gestaltet. An großen Gebäuden wurden Fahrradunterstellereinrichtungen errichtet. Der neue Hauptzugang wurde von vornherein mit separaten Radfahrerein- und -ausgängen konzipiert. Aus verkehrstechnischen Gründen erwies es sich als zweckmäßig, am ursprünglichen Eingang eine Fußgänger- und Fahrradschleuse einzurichten. Damit wird die Fahrstrecke der Radfahrer unmittelbar auf der B6 um die Hälfte verkürzt. Bis etwa 600 m

Verkehrsströme nach Bau des neuen Eingangs 2009



vor dem alten Eingang existiert ein separater Radweg von Dresden kommend neben der B6. Trotz intensiver Bemühungen des HZDR ist es bis heute nicht gelungen, eine Verlängerung bis zum Zugang HZDR zu erreichen.

Zur Entwicklung eines fahrradfreundlichen Zentrums gehört es aus Sicht des HZDR auch, dass Duschmöglichkeiten angeboten werden. In Kooperation mit dem Betriebsrat sind in acht Gebäuden Duschmöglichkeiten eingerichtet. Rechnet man die unmittelbar benachbarten Gebäude (bis 50 m Abstand) als Einzugsgebiet dazu, sind die Duschmöglichkeiten für über 70 % der HZDR-Mitarbeiter leicht erreichbar.

Unabhängig von allen Maßnahmen der Verkehrsberuhigung und des Ausbaus fahrradfreundlicher Angebote muss für den Individualverkehr innerhalb des Campus Parkfläche bereitgestellt werden. Das Einzugsgebiet für Mitarbeiter erreicht einen Radius von ca. 40 km. Der ÖPNV ist wegen der isolierten Stadtrandlage nicht besonders gut ausgebaut. Das Parkplatzkonzept wurde im Rahmen des Masterplanes mit betrachtet. Es wurden vor allem brach liegende Flächen in der Nähe von Gebäuden als Parkflächen ausgebaut.

Verkehrsströme

- Post
- Warenanlieferung
- Zielverkehr Vorstand
- Handwerker
- Besucher / Wissenschaftliche Tagungen

- bauliche Konzentration
- Anlieferverkehr nur außen
- Besucherverkehr Vorstand / Standortmanagement im Außenbereich
- Besucherparkplatz außen
- große Sammelplätze für Arbeitsschwerpunkte
- Mitarbeiterparkplätze an Institutsgebäuden

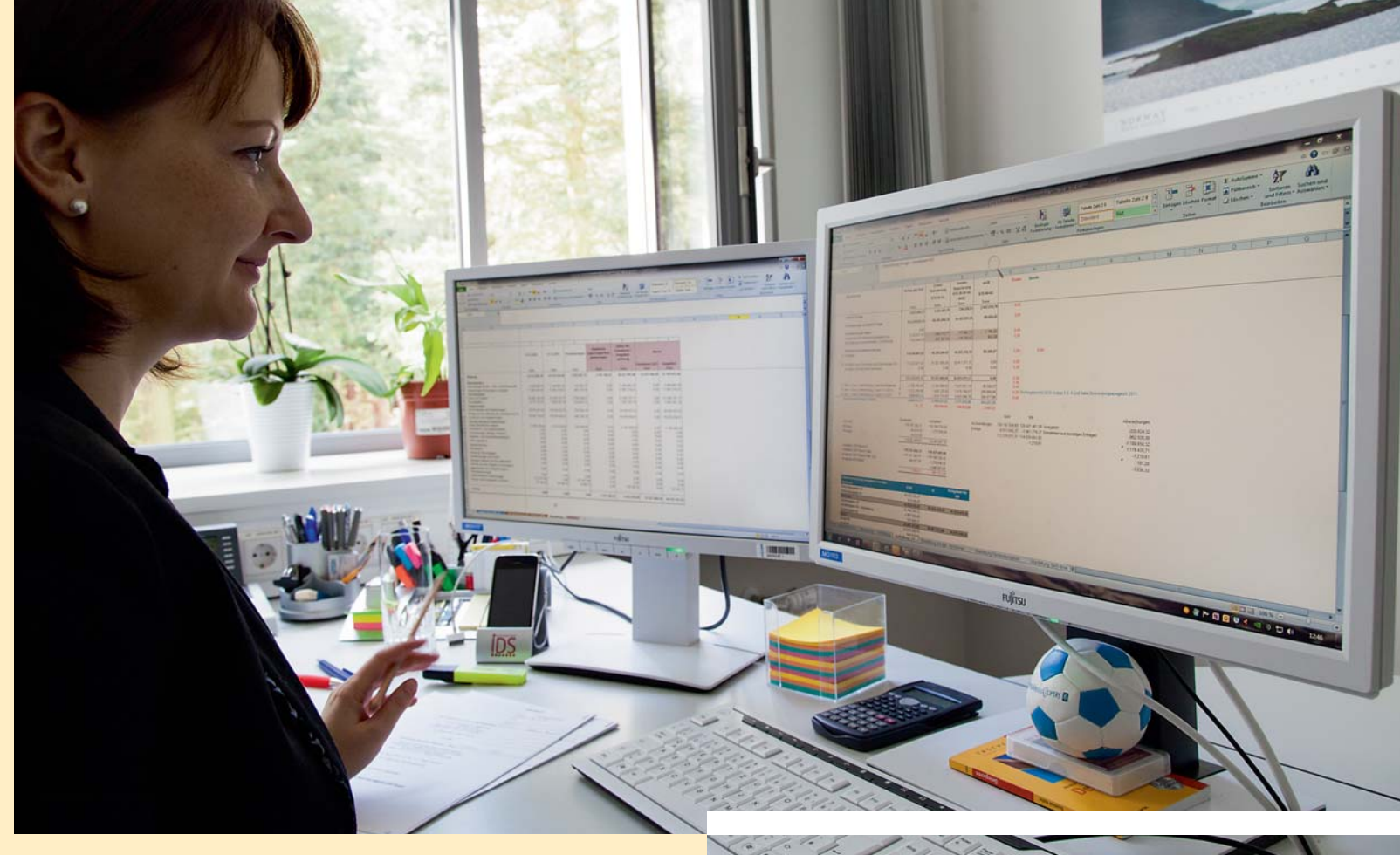


6.3. SANIERUNG VERSUS RÜCKBAU

Abschließend gehört zum städtebaulichen Aspekt auch die Frage der langjährigen Nutzbarkeit vorhandener Gebäude. Das HZDR hat 2002 eine Bewertung der Sanierungswürdigkeit und des Sanierungsaufwandes für alle Altbestandsgebäude vornehmen lassen. Im Ergebnis wurde darüber entschieden, welche Gebäude langfristig nicht erhaltenswert sind. Im Vordergrund stehen dabei Gebäude, die ihre ursprüngliche Funktion verloren haben (Glasbläserei, Gasverteilstationen, Garagen). Gleichzeitig wurde aber auch eine Konzentration der Nutzung auf größere Gebäude angestrebt, da diese energetisch günstiger sind.

So wurden fünf Flachbauten zum Teil schon rückgebaut bzw. stehen auf der Rückbauliste. Vergleicht man dies mit dem unsanierten Zustand 2002, so hatten damals große 3-geschossige Gebäude einen spezifischen Wärmebedarf von ca. $100 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$, während Flachbauten Werte zwischen 150 und $250 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ aufweisen. Diese Differenzen fordern geradezu eine Stilllegung!

◀ Edeltahlarmierung im Hochfeldlabor



7. RECHNET SICH DER GREEN CAMPUS?

Bei allen Projekten wird natürlich auch nach der Wirtschaftlichkeit gefragt. In Bezug auf ein Projekt „Green Campus“ stellt sich aber auch die Frage: Wie ist Wirtschaftlichkeit hier zu definieren? Dabei ist der rein ökonomische Zugang (rechnet sich das?) nicht zielführend. Kerngedanke des Green Campus ist die Standortentwicklung unter dem umfassenden Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit sowohl in der Nutzung von Ressourcen aller Art als auch unter den soziokulturellen Aspekten des Wohlbefindens der Mitarbeiter.



Generell kann man feststellen, dass eine Erwirtschaftung von Investitionsaufwendungen nach der Realisierung der vom Nachhaltigkeitsgedanken getragenen Maßnahmen nicht eintritt, zumindest nicht bei den heutigen Preisen für Energie und andere Ressourcen. Der „Gewinn“ besteht in der verringerten Ressourceninanspruchnahme, damit der Schonung der Umwelt und dem Erhalt von Nutzungspotenzialen für zukünftige Entwicklung. Ein weiterer indirekter Gewinn besteht in der Senkung der laufenden Kosten für den Unterhalt des Standortes, wenn durch Nachhaltigkeitsmaßnahmen Einsparungen an Ressourcen erzielt werden.

Da Betriebskosten über viele Jahre konstant Mittel binden und Preissenkungen nicht wahrscheinlich sind, ist die Schaffung von Voraussetzungen für einen effektiven Betrieb die nachhaltigste Wirkung, die man erreichen kann.

Nachfolgend Beispiele für Maßnahmen, die man quantifizieren kann:

7.1. REDUKTION DES CO₂-AUSSTOSSES

Ein wichtiger umweltpolitischer Aspekt ist die Vermeidung der CO₂-Produktion. Für die unterschiedlichen Energiearten lässt sich auf der Basis der nicht beanspruchten Arbeit die dadurch vermiedene CO₂-Produktion ermitteln. Nachfolgend sind für ausgewählte Projekte die konkreten Zahlen zusammengestellt. Die jährlichen Werte sind der erreichte Stand per Ende 2011. Die kumulative Betrachtung erfolgt ab Sanierung / Neubau und beginnt in der Berechnung zwischen 2003 und 2009. Bei der Gebäudeisolierung wird der mittlere Wärmebedarf vor und nach der Isolierung gegenüber gestellt. Bei der Nahwärmetrasse sind es die Verluste des alten Systems im Vergleich zu den Verlusten des neuen Systems. Die Differenz ist in beiden Fällen die eingesparte Arbeit. Bei der Geothermieanlage wird die erzeugte Wärme / Kälte abzüglich der Aufwendungen an Strom zum Betrieb der Wärmepumpen als Einsparung ausgewiesen. Beim wärmegeführten BHKW schließlich besteht die Einsparung im selbsterzeugten Strom. Die Wärme wird sowieso gebraucht und der erzeugte Strom ist ein „Zusatzeffekt“. Für die Umrechnung von Arbeit in CO₂-Einsparung wurden die Faktoren des Internationalen Wirtschaftsforums regenerative Energien [7] verwendet.

Maßnahme	Einsparung MWh pro Jahr	Einsparung MWh kumulativ	Vermeidung CO ₂ pro Jahr	Vermeidung CO ₂ kumulativ
Gebäudeisolierung	1.200	6.280	270 t	1.415 t
Erneuerung Nahwärmetrasse	2.300	2.300	518 t	518 t
Geothermieanlage	335	1.005	76 t	226 t
wärmegeführtes BHKW	11.000	5.500	6.490 t	3.245 t

Der Vergleich dieser Zahlen zeigt, dass die Erneuerung der Wärmeversorgung für den Forschungsstandort Rossendorf mit Errichtung einer Energiezentrale auf BHKW-Basis den größten Effekt in der CO₂-Einsparung ergibt. In der ersten Zeile sind neun unterschiedlich große Gebäude zusammengefasst. Die Sanierungen sind ein bis acht Jahre wirksam (im Durchschnitt fünf Jahre), der Effekt ist aber nicht dominierend. Das jährliche CO₂-Einsparergebnis des HZDR beträgt aktuell ca. 7.350 Tonnen p.a. Dabei kommen fast 90 % aus dem BHKW-Betrieb.



7.2. VERGLEICH KOSTEN GEBÄUDESANIERUNG UND WÄRMEEINSPARUNG

Durch die Isolierung von Gebäuden gemäß EnEV wird der Wärmebedarf reduziert. Der Aufwand für die energetische Sanierung ist allerdings wesentlich höher als die vermiedenen Energiekosten. In der nachfolgenden Tabelle gegenüber gestellt sind die Sanierungskosten gesamt und spezifisch für den Anteil der Wärmedämmung (Fenster, Fassaden- und Dachdämmung plus anteilige Planerhonorare), dazu die Einsparung an Wärmearbeit. Die monetäre Jahreseinsparung bezieht sich auf Wärmekosten im Jahr 2010. Ausgewählt wurden ein Gebäude mit überwiegend Büronutzung und ein Hallenbau, wie er als Zentralwerkstatt oder Experimentierhalle genutzt wird, also mit teilweise internen Wärmeeintrag durch Nutzeranlagen.

Gebäude	Kosten Sanierung [€]	Anteil Kosten für Wärmedämmung [€]	Jährl. Einsparung Wärme [MWh]	Ersparte Kosten 2010 [€]
250/251	1.827.000	1.058.000	180	20.340
253*	1.215.000	328.000	118	13.335

* Bei der Gesamtsanierung der Halle 253 erfolgte noch ein teilweiser Umbau wegen Nutzungsänderung. Daher ist der Kostenanteil der energetischen Sanierung hier geringer als beim Gebäudekomplex 250/251.

7.3. GEOTHERMIE

Der Gesamtaufwand für die Errichtung der Geothermieranlage ohne anteilige Planungskosten betrug ca. 254.000 €. Die jährliche gewonnene effektive Wärme beträgt 335 MWh. Zu Preisen von 2010 entspricht das vermiedenen Wärmekosten von rund 38.000 €. Hier lässt sich eine Amortisation der Investition nach gut sieben Jahren ausweisen. Sollten die Wärmepreise weiter ansteigen, so ist die Geothermieranlage eine gute Investition.

7.4. EIGENERZEUGUNG VON STROM / NETZNUTZUNGSGEBÜHR

Durch die Eigenerzeugung von Strom im BHKW entsteht wirtschaftlicher Nutzen vor allem durch die eingesparte Netznutzungsgebühr. Die EEG-Umlage kann deshalb nicht gespart werden, weil das HZDR nicht als Erzeuger handelt, sondern die Betriebsführung einem Energieversorgungsunternehmen übertragen hat.



Aktuell beträgt das Netznutzungsentgelt für das HZDR 44,40 €/MWh. Wenn der BHKW-Betrieb die jetzt hochgerechnete Arbeit im Jahr liefern kann, so ist eine jährliche Ersparnis von fast einer halben Million Euro zu erwarten.

7.5. VERMEIDBARE ENERGIEKOSTEN (IT, NAHWÄRMENETZ)

Für die Informationstechnologie wurde die Servervirtualisierung als markantes Beispiel dargestellt. Für das in Abschnitt 4.1 genannte Beispiel der Virtualisierung von 120 Servern auf sechs Blade-Servern kann man eine jährliche Einsparung an Stromkosten von 30.000 € errechnen. Die wirtschaftlichen Effekte der anderen Maßnahmen (USV mit hohem Wirkungsgrad, Thin Clients, PCs mit Null-Watt-Stand-by-Verbrauch) sind geringer. Deutlich besser ist der wirtschaftliche Effekt durch die Reduktion der Wärmeverluste im neuen Nahwärmenetz. Die aktuell erreichte Reduktion der Verluste um 2.300 MWh/a ergibt zu Wärmepreisen von 2010 eine Einsparung von rund 260.000 €.



8. AUSBLICK

Die am Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf in den letzten zehn Jahren durchgeführten Sanierungs- und Neubaumaßnahmen sowie die Organisation der Bewirtschaftung erfüllen in allen wesentlichen Punkten Nachhaltigkeitsaspekte.

Für die Zukunft sind folgende Felder im Kontext des „Green Campus“ weiter zu bearbeiten:

- Optimierung der Wärmeversorgung
- Optimierung des Betriebs der Gebäudetechnik durch verstärkte Nutzung der Potenziale der Gebäudeleittechnik
- Umwelt- und baustrukturgerechtes Nutzerverhalten durch Schaffung einer „Gebrauchsanleitung für Gebäude“
- Modifizierung der Regenwasserbewirtschaftung

Diese Aufgaben werden in der anstehenden dritten Fortschreibung des Masterplanes „Green Campus 2020“ aufgegriffen.

Literatur

- [1] D.H. Meadows et al. Die Grenzen des Wachstums, Bericht an den Club of Rome, 1972
- [2] EnEV - Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden; Energieeinsparverordnung vom 24. Juli 2007 (BGBl. I S. 1519), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 29. April 2009 (BGBl. I S. 954) geändert worden ist
- [3] Das Deutsche Gütesiegel für Nachhaltiges Bauen, DGNB 03/2009 (2. Auflage)
Leitfaden Nachhaltiges Bauen, BMVBS, Berlin, Februar 2011
- [4] Harvard University: <http://green.harvard.edu/>
University of Pennsylvania: <http://www.upenn.edu/sustainability/index.html>
UC Berkeley: <http://greencampus.moonfruit.com/>
FH Trier: <http://www.umwelt-campus.de/ucb/index.php?id=7994>
Hochschule Bonn-Rhein-Sieg: <http://izne.h-brs.de/Green+Campus.html>
Universität Salzburg: <http://oeh-salzburg.at/greencampus/>
Universität Copenhagen: http://climate.ku.dk/green_campus/
- [5] Hans Carl von Carlowitz, „Sylvicultura oeconomica – Anweisung zur wilden Baum-Zucht“, Braun, Leipzig 1713 / Reprint TU Bergakademie Freiberg 2000
- [6] W. Schwab, Experton Group AG, Vortrag 2008
- [7] IWR- Int. Wirtschaftsforum Regenerative Energien, <http://www.iwr.de/re/eu/co2/co2.html>

IMPRESSUM

HERAUSGEBER

Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf
Bautzner Landstraße 400 · 01328 Dresden

REDAKTION

Dr. Wolfgang Matz, Prof. Peter Joehnk, Dirk Reichelt, Dr. Uwe Konrad

GESTALTUNG

WA Claus Preußel, email werbung@preussel.info

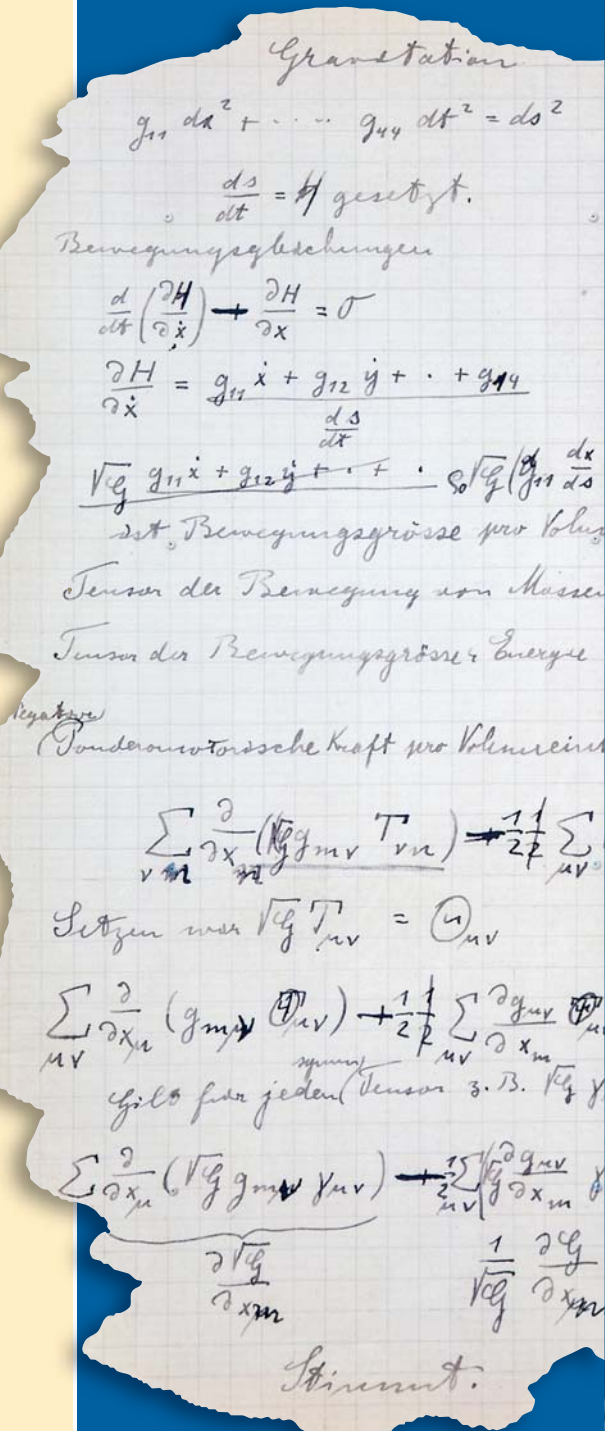
BILDNACHWEIS

P. Joehnk: S. 1, 6, 7, 9, 12-17, 19-23, 25-28, 30-33, 35, 39, 40, 44-47;
S. M. Groß: S. 2, 42; HZDR-Mitarbeiter

DRUCK

Druckerei Thieme, Meißen

Stand: August 2012



www.hzdr.de



Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf

Bautzner Landstraße 400 · 01328 Dresden

Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren



hZDR

HELMHOLTZ
ZENTRUM DRESDEN
ROSSENDORF