



Chancen für eine nachhaltige Entwicklung  
in der öffentlichen Verwaltung  
Baden-Württembergs



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT



# Inhalt

## 1. Green IT – Bedeutung

Chance für nachhaltige Entwicklung



## 2. Green IT – Organisationen

Organisationen und Initiativen



## 3. Green in der IT – energieeffizienter Einsatz von Hard- und Softwareprodukten

Organisatorische Maßnahmen  
Maßnahmen in Rechenzentren  
Maßnahmen am Arbeitsplatz



## 4. Green in der IT – Recycling

Sammlung und Verwertung von Hardware



## 5. Green durch IT – intelligente Hard- und Software zur Umwelt- und Klimaschutz

Eingebettete Systeme  
Smart Grid – Intelligente Stromnetze  
Hoch- und Höchstleistungsrechnen  
Potenzialatlas erneuerbare Energien



## 6. Green durch IT – umwelt- und klimaschonende Mobilität

Starßenverkehrs-Management  
IT-Einsatz in Fahrzeugen  
Radroutenplaner Baden-Württemberg



## 7. Green durch IT – Verfahren in der Land- und Forstwirtschaft

Nachhaltige Bewirtschaftung  
GPS-Navigation auf Waldwegen  
Holz-Logistik Netzwerk  
Computer-Tomographie für Stämme







## Green IT – Bedeutung

# Chance für nachhaltige Entwicklung

**“Grüne Informationstechnologien” (Green IT) haben ihre Bedeutung nicht nur in der klassischen Bereitstellung von Hard- und Software (Green in der IT), sondern auch bei der Integration IT-technischer Innovationen in umweltschonende Produkte und Dienstleistungen (Green durch IT).**

Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT), Green IT und intelligente Produkte sind eines der vier **Wachstumsfelder**, an denen die baden-württembergische Landesregierung auf Basis des Koalitionsvertrags von 2011 die Wirtschaftspolitik ausrichtet. Immerhin waren 2009 in Baden-Württemberg rund 15.000 Unternehmen in der IT-Branche angesiedelt.

Diese erzielten im Land selbst sowie in Niederlassungen in anderen Bundesländern einen Gesamtumsatz von 47 Mrd. Euro und boten Arbeitsplätze

für 178.000 Personen. Die größten Beschäftigten- und Umsatzanteile der Branche entfielen 2009 mit 48,9% bzw. 42,5% auf Dienstleister in der Informationstechnologie.

### RESSOURCENVERBRAUCH DURCH IKT

Eine Kehrseite sind die globalen IKT-bedingten **CO<sub>2</sub>-Emissionen**. Sie liegen mit einem Anteil von rund 2% auf gleichem Niveau wie die weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen des Luftverkehrs. Bereits 2010 machte der IT-bedingte Stromverbrauch 11% des Gesamtstromverbrauchs in Deutschland aus.

Handlungsbedarf belegt das 2012 veröffentlichte Gutachten zum Thema “Green IT - Nachhaltigkeit” für die Enquete-Kommission Internet und digitale Gesellschaft des Deutschen Bundestages. Danach ist trotz deutlicher Effizienzfortschritte bis zum Jahr 2020 mit einem weiteren Anstieg des IKT-bedingten **Ressourcenverbrauchs**

Nachhaltige  
IT fördern

## Wertstoffe wieder- gewinnen

in Deutschland zu rechnen. Ohne erhebliche zusätzliche Anstrengungen zur Steigerung der Energieeffizienz ist davon auszugehen, dass der Gesamtstromverbrauch der IKT von rund 60 TWh in 2010 auf über 90 TWh im Jahr 2020 ansteigen wird, was dann fast 20% des gesamten Stromverbrauchs bedeuten würde.

Innovations- und Wachstumsdynamik der IKT spiegeln sich auch im damit verbundenen ansteigenden Ressourcenverbrauch wider. Dies betrifft neben Erdöl als wesentlichem Rohstoff der Kunststoff-Herstellung vor allem Metalle wie die sogenannten Seltenen Erden, die z.B. für Mikrochips oder optische Elemente benötigt werden. Neben der Umweltbelastung bei deren Gewinnung sind ihre Vorkommen häufig begrenzt, so dass in absehbarer Zeit Versorgungsschwierigkeiten auftreten können. Handlungsbedarf besteht neben der Entwicklung ressourcenschonender Produkte deshalb insbesondere im Bereich des **Recyclings** und bei der **Wiederverwendung** zurückgewonnener Stoffe.

### LEBENSZYKLUS VON IT PRODUKTEN

Bei vielen ökonomischen Maßnahmen spielt der schwer kalkulierbare **“Rebound-Effekt”** eine Rolle: Oft führen effizientere und damit günstigere Geräte zu einer erhöhten Nachfrage. Auch der Paralleleinsatz älterer und neuerer Technik kann zu Einbußen eigentlich positiver Effekte führen. Bekanntestes Beispiel ist das “papierlose Büro”, das sich in der Praxis bisher nicht wie erwartet durchsetzen konnte.

Eine weitere Falle stellt die **Kurzlebigkeit** vieler Hardwareprodukte dar. Oft spart ein neu angeschafftes Gerät im Betrieb bei deutlich besserer Leistung

zwar Energie, verbraucht aber bereits bei der Produktion ein Vielfaches an Energie und Rohstoffen. Der Umweltaufwand bei der Herstellung kann sich dann trotz erhöhter Energieeffizienz in der Nutzung nicht innerhalb realistischer Zeiträume amortisieren.

Vor diesem Hintergrund entwickelt die Landesregierung eine **IKT-Strategie für die Landesverwaltung** Baden-Württemberg, die alle Facetten der IKT in den Blick nimmt und darauf abzielt, mit einer entsprechenden Ausrichtung eine nachhaltige Wirtschaftsentwicklung zu fördern.

### GREEN IT - HANDLUNGSFELDER

Das Handlungsfeld **“Green in der IT”** beleuchtet, wie Energie und Ressourcen bedarfsgerecht, aber möglichst schonend über den gesamten Lebenszyklus der IT hinweg eingesetzt werden können. Beginnend beim Systemdesign und der Produktion erstreckt sich dies über den Betrieb bis zur Entsorgung bzw. zum Recycling.

**“Green durch IT”** eröffnet vielfältige Potenziale in Anwendungsgebieten wie:

- ❑ Innovative Industrie-, Netz- und Haustechnik
- ❑ Bessere Verkehrssteuerung und Logistik durch intelligente Steuerungssysteme
- ❑ Digitale Kommunikation, z.B. Videokonferenzen oder E-Learning

Häufig treten dabei digitale Güter an die Stelle physischer Güter oder Reisetätigkeit und tragen damit zur Dematerialisierung (Ersatz ressourcenintensiver Produkte und Dienstleistungen durch effizientere Alternativen) bei.



## Green IT – Organisationen

# Organisationen und Initiativen

**In den vergangenen Jahren sind im Green IT-Bereich zahlreiche Organisationen, Initiativen und Fördermaßnahmen auf Bundes- und Landesebene entstanden, von denen hier einige vorgestellt werden sollen.**



### GREEN IT-INITIATIVE DES BUNDES

[www.cio.bund.de/Web/DE/Innovative-Vorhaben/Green-IT/green\\_it\\_node.html](http://www.cio.bund.de/Web/DE/Innovative-Vorhaben/Green-IT/green_it_node.html)

Die 2008 beschlossene Green IT-Initiative des Bundes verfolgt das Ziel eines energieeffizienten IT-Einsatzes in der Bundesverwaltung. Der Energieverbrauch durch IT soll bis zum Jahr 2013 um 40% gesenkt werden. Bei der Beschaffung wird künftig der gesamte Energieverbrauch von IT-Lösungen über die geplante Betriebsdauer berücksichtigt. Der beim 3. Nationalen IT-Gipfel verabschiedete "Aktionsplan Green IT"

hat zum Ziel, die Dynamik der Umwelttechnik für den IT-Wirtschaftsstandort Deutschland zu nutzen und die "grüne Wertschöpfung" zu stärken. So hat das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) beispielsweise bis Ende 2011 insgesamt 600 Desktop-PCs mit hoher Leistungsaufnahme durch energieeffiziente Notebooks ersetzt. Die Stromeinsparung liegt damit bei etwa 74%. Sie konnte durch energieeffizienteres Nutzerverhalten nochmals um 8% gesteigert werden.



### KOMPETENZZENTRUM GREEN IT

[www.bva.bund.de](http://www.bva.bund.de)

Im Rahmen der Green IT-Initiative des Bundes wurde in der Bundesstelle für Informationstechnik (BIT) ein Kompetenzzentrum Green IT eingerichtet. Es unterstützt die Bundesministerien und

Bundesbehörden bezüglich des Wertschöpfungskreislaufs Green IT mit dem übergeordneten Ziel, den Energieverbrauch in der IT der Bundesverwaltung deutlich zu reduzieren. Es soll Know-how im Green IT-Bereich bündeln und den Wissenstransfer in die gesamte Bundesverwaltung sicherstellen. Hierzu zählen auch erprobte Lösungen aus einem Musterrechenzentrum.



**TECHNOLOGIEPROGRAMM IT2GREEN**

[www.it2green.de](http://www.it2green.de)

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie fördert mit dem Programm "Energieeffiziente IT für Mittelstand, Verwaltung und Wohnen – IT2Green" innovative Modellprojekte, die den Energiebedarf von IT in Rechenzentren, Telekommunikationsnetzen sowie Büro- und Heimanwendungen senken sollen. Der Schwerpunkt liegt auf Anwendungen in der mittelständischen Wirtschaft, der öffentlichen Verwaltung und im Bereich Wohnen. Am Projekt "MIGRATE!"; das Modelle, Verfahren und Werkzeuge für die Cloud-Migration entwickelt, sind auch zahlreiche Partner aus Baden-Württemberg beteiligt.



#### **IKT-STRATEGIE DER BUNDESREGIERUNG**

[www.bmwi.de/DE/Mediathek/Publikationen/publikationen-archiv,did=367524.html](http://www.bmwi.de/DE/Mediathek/Publikationen/publikationen-archiv,did=367524.html)

2010 wurde vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie die IKT-Strategie "Deutschland Digital 2015" erstellt. Sie bildet das Dach für die künftige IT-Politik der Bundesregierung, bei der auch das Thema Green-IT eine bedeutende Rolle spielt. Schwerpunkte bilden u.a. das 40-Prozent-Ziel für die IT des Bundes, ein Technologieförderprogramm IT2Green, die Zusammenarbeit mit der Green IT-Allianz und dem Wissenschaftsforum Green IT.



#### **GREEN IT-ALLIANZ**

[www.bitkom.org/de/themen/51051\\_66183.aspx](http://www.bitkom.org/de/themen/51051_66183.aspx)

Die Green IT-Allianz wurde 2009 mit dem Aktionsplan Green IT vom Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V. (BITKOM) gemeinsam mit verschiedenen IT-Anwenderunternehmen ins Leben gerufen. Sie soll die Zusammenarbeit zwischen den Akteuren bei Anbietern, Anwendern, Politik und Wissenschaft verbessern. Wichtige Ziele sind die Erstellung einer politischen und wirtschaftlichen Agenda zur Green IT, die Vorreiterrolle der IT-Branche bei Green Technologies auszubauen, Klimaschutz-Potenziale durch IT zu erschließen und die Export-Chancen deutscher Technologieanbieter zu verbessern.

Das Wissenschaftsforum Green IT wurde 2009 von führenden deutschsprachigen Forschungseinrichtungen gegründet, darunter das Informatik Institut OFFIS (Oldenburg), das Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration (IZM), das Institut für Zukunftsforschung und Technologiebewertung (IZT) sowie das Borderstep-Institut für Innovation und Nachhaltigkeit. Das Forum soll den Austausch über den nationalen und internationalen Forschungsstand zu Green in der IT und Green durch IT fördern und zukünftigen Entwicklungs- und Forschungsbedarf identifizieren. Es finden regelmäßig Dialogveranstaltungen statt.



**KOMPETENZSTELLE FÜR  
NACHHALTIGE BESCHAFFUNG**

[www.nachhaltige-beschaffung.info](http://www.nachhaltige-beschaffung.info)

Beim Beschaffungsamt des Bundesinnenministeriums wurde 2012 eine Kompetenzstelle für nachhaltige Beschaffung eingerichtet. Sie berät die Verwaltung von Bund, Ländern und Kommunen bezüglich der Nachhaltigkeitskriterien im öffentlichen Einkauf von Produkten und Dienstleistungen (darunter auch das Thema Green IT). Schwerpunkt ist zunächst die Entwicklung einer Webplattform, die den Beschaffungsstellen konkrete Unterstützung bietet und Möglichkeiten der Vernetzung schafft. Zu den vorgesehenen Themenfeldern zählt auch Green IT.

**GREEN IT! – EFFIZIENTER IT EINSATZ IN  
BADEN-WÜRTTEMBERG**

[www2.um.baden-wuerttemberg.de/  
servlet/is/42594/](http://www2.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/42594/)

Im Rahmen der Nachhaltigkeitsstra-

tegie des Landes wurde vom Innenministerium und der MFG Medien- und Filmgesellschaft Baden-Württemberg das Projekt "Green IT! Effizienter IT Einsatz" ins Leben gerufen. Dessen Ziel ist es, den Energieeinsatz für IT in kleinen und mittleren Unternehmen sowie Privathaushalten zu erheben und so zu optimieren, dass Möglichkeiten des intelligenten IT-Einsatzes genutzt werden. Publiziert wurden bereits der Flyer "Green IT beim Heimcomputer – Energie und Geld sparen" für Privatanwender sowie die Informationsbroschüre "Green IT - Ressourcenschonende Informationstechnik in Unternehmen und Behörden," zu beziehen über:

[www.im.baden-wuerttemberg.de](http://www.im.baden-wuerttemberg.de).



**NACHHALTIGKEITSSTRATEGIE BADEN-  
WÜRTTEMBERG**

[www.nachhaltigkeitsstrategie.de](http://www.nachhaltigkeitsstrategie.de)

Nachhaltig handeln heißt, nicht auf Kosten von Menschen in anderen Regionen der Erde zu leben oder die Erfüllung der Bedürfnisse zukünftiger Generationen zu gefährden. Wirtschaftliche, soziale und ökologische Aspekte sind gleichermaßen zu berücksichtigen. Dabei bildet die Belastbarkeit der Erde und der Natur die absolute Grenze: Ein Rückgang an natürlichen Ressourcen, also der Abbau von Rohstoffen oder der Verlust natürlicher Lebensräume kann nicht durch steigendes Kapital in einem der anderen Bereiche ausgeglichen werden. Die Landesregierung hat sich zum Ziel gesetzt, Nachhaltigkeit zum zentralen Entscheidungskriterium der Landespolitik zu machen und gleichzeitig eine Plattform zu bieten, um Fragen nachhaltiger Entwicklung in Kooperation mit den gesellschaftlichen Akteuren anzugehen.





## GreenIT<sub>BB</sub>

GREENIT-BB IN BERLIN/BRANDENBURG

[www.greenit-bb.de](http://www.greenit-bb.de)

Das Netzwerk GreenIT-BB ist als Public Private Partnership ein Zusammenschluss von über 20 Unternehmen und Einrichtungen, die eine energieeffizientere IT voranbringen wollen. Es initiiert Projekte, bündelt Informationen, moderiert den fachlichen Austausch und versteht sich als bundesweites Kompetenzzentrum für Green IT. Seit 2010 wird jährlich deutschlandweit ein Green IT Best Practice Award für Konzepte und Lösungen ausgeschrieben, 2012 ist erstmals ein Green IT-Jahrbuch erschienen.

## Green in der IT – energieeffizienter Einsatz von Hard- und Softwareprodukten

# 3.

### Organisatorische Maßnahmen

**Seit die Energiepreise zum erheblichen Kostenfaktor geworden sind, werden in der öffentlichen Verwaltung der sparsame Umgang mit Energie, das Energiemanagement sowie die Beschaffung energieeffizienter Geräte – schon aus wirtschaftlicher Sicht – immer wichtiger. Im Folgenden werden organisatorische Methoden, bereits Erreichtes und Ziele im Sinne von Best Practice-Beispielen dargestellt.**

**ENERGIEBEWUSSTE BESCHAFFUNG**  
Standardkomponenten der Arbeitsplatzausstattung in der öffentlichen Verwaltung werden im Allgemeinen zentral über das Logistikzentrum Baden-Württemberg (LZBW) beschafft. Die Verantwortlichen der Ressorts können dabei Green IT-relevante Kriterien für die Ausschreibung vormerken, die in der Regel vom LZBW nach entsprechender Marktprüfung übernommen werden. Ressourcenschonende Geräte sind durch

Zertifizierungen wie Blauer Engel, Energy Star bzw. Angaben von Geräuschemission, Materialeigenschaften, Energieverbrauch und Recyclingfähigkeit gekennzeichnet. Es können jedoch nicht immer maximale Umwelanforderungen berücksichtigt werden, da sonst zu viele Hersteller vom Wettbewerb ausgeschlossen würden. Einige richtungsweisende Beispiele:

Das **Informatikzentrum Landesverwaltung Baden-Württemberg (IZLBW)** berücksichtigt besonders die Energieeffizienz als Ausschreibungs- und Zuschlagskriterium bei der Beschaffung.

2001 wurde das **Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft (UM)** erstmals mit dem europäischen Umweltsiegel EMAS (Eco-Management and Audit Scheme) ausgezeichnet. Seither wird besonders darauf geachtet, dass bei Auftragsvergaben EMAS-Kriterien oder vergleichbare



### Label für energiesparende Hardware

Anforderungen hinsichtlich energie- und ressourcenschonendem Verbrauch berücksichtigt werden.

**und Kunst** und dem **Ministerium für Integration** betreut ein großer IT-Partner über 13.000 Arbeitsplätze im Projekt BK-Outsourcing. Dabei werden speziell die verwendeten Materialien und Produktionsmittel bei der Herstellerwahl berücksichtigt. So werden insbesondere Schadstoffe vermieden, die in der Produktion anfallen, im Endprodukt enthalten sind oder beim Betrieb freigesetzt werden.

### ENERGIEMANAGEMENT

In zehn baden-württembergischen Landesministerien wurden Energiemanagementsysteme gemäß DIN EN ISO 50001 eingeführt. Die Norm unterstützt Organisationen beim Aufbau eines systematischen Energiemanagements. Dies beinhaltet neben einem Energie-datenmanagement und der Umsetzung einzelner technischer Maßnahmen vor allem strategische und organisatorische Managementansätze durch den Einsatz entsprechender Energie-Controlling- bzw. -Monitoring-Systeme. Konkrete Ziele sind unter anderem:

- ❑ Kostenreduzierung durch Transparenz von Energieeinsatz und Energieverbrauch
- ❑ Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes durch effiziente Energienutzung
- ❑ Einstieg in neue Energiekonzepte
- ❑ Verbesserung der Außendarstellung/Vorbildfunktion
- ❑ Mitarbeitersensibilisierung

Auch Kommunen sind sich der Bedeutung der Thematik Green IT zunehmend bewusst. Beispielhaft sei die Stadt Karlsruhe genannt, die auf Rechnern der Stadtverwaltung eine spezielle Energie-Management-Software einsetzt. Diese misst den Energie- und Papierverbrauch in Echtzeit, aggregiert



Auf Grundlage der EU-Verordnung EMAS (Eco-Management and Audit Scheme, EU-Öko-Audit) können Firmen, Verwaltungen oder Organisationen zertifiziert werden, die sich einer speziellen Umweltprüfung unterziehen. Sie müssen eine Umwelterklärung veröffentlichen, die Ziele und Erfolge ihres Umweltmanagements darstellt und von unabhängigen Gutachtern geprüft wird.

*Rechtliche Vorgaben im Beschaffungswesen (Auswahl):*

**Vergabeverordnung (VgV, §§ 4, 6)**, schreibt seit 2011 die Berücksichtigung der Energieeffizienz bei der Vergabe in der öffentlichen Verwaltung vor

**Beschaffungsanordnung (BAO, Nr. 6)**, regelt die Bevorzugung der Produkte mit der geringsten Umweltbelastung, soweit wirtschaftlich vertretbar

**Richtlinie 2002/95/EG (RoHS)**, zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten in der EU

Bei der ebenfalls EMAS-zertifizierten **LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz** wird der Green IT-Ansatz über die Beschaffung, den Betrieb bis hin zur Entsorgung durchgängig verfolgt. IT-Beschaffungen werden minimiert und Betriebsabläufe hinsichtlich der Umweltbilanz optimiert. Bei der Entsorgung berücksichtigt die LUBW Maßnahmen zur Unterstützung der Kreislaufwirtschaft und bedient sich zertifizierter Entsorger. Wiederverwendbare Geräte werden an spezialisierte Weiterverkäufer abgegeben.

Im **Justizministerium**, dem **Ministerium für Wissenschaft, Forschung**

die Daten und stellt die Ergebnisse in Reports grafisch dar. In der Verwaltung wird so ein Bewusstsein für den eigenen Ressourcenverbrauch geschaffen.

### **DIGITALE KOMMUNIKATION**

Der verstärkte Einsatz von Videokonferenzsystemen verringert die Notwendigkeit von Dienstreisen mit den damit verbundenen Umweltbelastungen, einschließlich einer entsprechenden Entlastung des Verkehrs. Videokonferenzen werden immer häufiger für Dienstbesprechungen eingesetzt, aber auch zur Übertragung von Fachvorträgen an verschiedene Dienstorte. Als zentraler Dienstleister bietet das IZLBW Videokonferenzlösungen an.

Die kommunalen Rechenzentren (Kommunale Informationsverarbeitung Baden-Franken, KIVBF, Kommunale Informationsverarbeitung Reutlingen-Ulm, KIRU) nutzen seit 2002 verstärkt Videokonferenzsysteme. Der inzwischen routinemäßige Einsatz unterstützt v.a. die Kooperation mit dem Zweckverband Kommunale Datenverarbeitung Region Stuttgart (KDRS) sowie der Datenzentrale Baden-Württemberg (DZBW).

Der Ausbau des E-Learnings reduziert die Umweltbelastung und spart Zeit und Reisekosten sowie Personalressourcen. Dazu gehören Online-Seminare (Webinare), die z.B. vom Informationstechnischen Zentrum Umwelt (ITZ) der LUBW sowie vom Landeszentrum für Datenverarbeitung (LZfD) genutzt werden, um die eigenen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, aber auch die betreuten Dienststellen weiterzubilden. Im Bereich der Marktüberwachung setzt das Umweltministerium die Lernanwendung "CE-coach" zur Schulung der europäischen Produktkennzeichnung ein ([www.cecoach.de](http://www.cecoach.de)).

Das Informationssystem Wasser, Immissionsschutz, Boden, Abfall, Arbeitsschutz (WIBAS) wird vom Land und den Kommunen an vielen Arbeitsplätzen verwendet, um landesweite Daten und Dienste gemeinschaftlich zu nutzen. Neben unterschiedlichen E-Learning-Modulen setzt WIBAS verstärkt auf digitale Geoinformationen, um Ortsbesichtigungen entweder ganz zu vermeiden oder deren Planung zu erleichtern.

Einen positiven Nebeneffekt hat die zunehmende Einrichtung von Heimarbeitsplätzen mit Virtual Private Network (VPN)-Anbindung. Durch weniger Fahrten zum Arbeitsplatz werden der Energieverbrauch und die Umweltauswirkungen reduziert. Begleitende Maßnahmen wie das Teilen von Büroarbeitsplätzen oder die Verwendung mobiler Geräte – in der Regel Notebooks – ergänzen das Heimarbeitsplatzkonzept.

### **KLIMANEUTRALE VERSORGUNG**

Bei der Neuausschreibung der Internetauftritte des Staatsministeriums im Herbst 2012, die auch einen "Baukasten" für Seiten anderer Ministerien beinhaltet, wurde unter anderem auf das Anbieten von klimaneutralem Hosting geachtet. Die entsprechenden Server werden ausschließlich mit Strom aus erneuerbaren Energien betrieben, der aus Wasserkraftwerken und Windenergieanlagen in Deutschland und Österreich gewonnen wird. Der Betreiber legt dabei alle Stromlieferanten offen und bevorzugt Anlagen, die nicht älter als fünf Jahre sind.



## **VPN bringt den Arbeitsplatz nach Hause**

# Maßnahmen in Rechenzentren

**Durch die breitbandige Vernetzung von Rechnersystemen können Rechen- und Speicherleistungen zunehmend in Rechenzentren verlagert werden. Dort lässt sich durch Virtualisierung und Zentralisierung sowie durch energieoptimierte Bauweise die Energieeffizienz erheblich steigern.**

## HARDWARE

Bei Neubeschaffungen von Servern wird grundsätzlich auf den Einsatz von energiesparenden Prozessoren geachtet. Sowohl bei physikalischen als auch virtuellen Servern werden deren Energiesparfunktionen genutzt. Heute werden beim Land neue Server grundsätzlich virtuell aufgebaut, d.h. eine physikalische Hardware-Komponente beherbergt mehrere **virtuelle Server** bzw. Rechner. Vorteil: Bei gleicher Leistung werden Hardwarekomponenten eingespart. Nur dort, wo zwingend physikalische Server gefordert bzw. technisch notwendig sind, wird durch das IZLBW bzw. das LZfD auf eine Virtualisierung verzichtet.

Der Virtualisierungsgrad bei den zentralen Systemen beträgt heute schon ca. 75%. Beim Informationstechnischen Zentrum Umwelt der LUBW wurde die Virtualisierung der Server vollständig umgesetzt. Damit konnte die serverbedingte Leistungsaufnahme um rund 75% (von 19,2 auf 4,8 kW) reduziert werden, was pro Jahr über 120.000 kWh Strom einspart. Dies entspricht dem durchschnittlichen Stromverbrauch von etwa 30 Haushalten.

Als Dienstleister der Verwaltung haben LZfD und IZLBW ihre Speichersysteme so weit wie möglich zentralisiert, so

dass lokale Systeme kaum noch isolierten Datenspeicher benötigen. Als Backuplösung werden "virtuelle Tapelibraries" (virtuelle Magnetbandspeicher) eingesetzt. Jeder Kunde erhält so seine eigene Tapelibrary, obwohl physisch nur eine einzige betrieben werden muss. Darüber hinaus finden Tests hinsichtlich der Zentralisierung von Servern bzw. Datenbanken unter Linux auf dem IBM-Großrechner statt.



Auch im Projekt "BK-Outsourcing" kann durch Konsolidierung und Virtualisierung der IT-Infrastruktur die Hardware effizienter genutzt werden. Das bedeutet eine erhebliche Verbesserung der Energiebilanz, denn Aufgaben, die vorher von zahlreichen einzelnen Servern beim Kunden erledigt wurden, können nun von wenigen physischen Servern im Rechenzentrum übernommen werden. Dort lassen sich auch Infrastrukturressourcen wie Kühlung oder Notstromaggregate gemeinsam nutzen und so der Energieverbrauch weiter senken.

## BAULICHE MASSNAHMEN

Die 2008 begonnene bauliche Ertüchtigung des IZLBW-Rechenzentrums, verbunden mit einer weiteren Optimierung der Infrastruktur (z.B. durch Einführung einer Gebäudeleittechnik), wird nach aktuellen Schätzungen den

Virtuelle  
Server  
reduzieren  
Hardware

Energieaufwand für die Kühlung um bis zu einem Drittel senken. Im Einzelnen wurden folgende Maßnahmen umgesetzt:

- ❑ Modernisierung der Kaltwasserversorgung und Lüftungstechnik nach dem aktuellen Stand der Technik, verstärkte Nutzung der Außenluft zur Kühlung (Freikühlung)
- ❑ Energiesparende Kühlung der Rechenräume durch optimale räumliche Anordnung der Server (Kalt- und Warmgang) und Installation der Klimageräte in unmittelbarer Nähe der Wärmequellen
- ❑ Verbesserung der Luftzirkulation im Doppelboden durch die Verlagerung der Kabeltrassen an die Raumdecke
- ❑ Einbau energieeffizienter USV-Anlagen (Unterbrechungsfreie Stromversorgung) mit deutlicher Reduktion thermischer Verluste
- ❑ Gemeinsame Nutzung der Notstromgeneratoren mit benachbarten Einrichtungen

Auch die anderen großen Rechenzentren führten in den letzten Jahren entsprechende Baumaßnahmen durch. Beim LZfD konnte mit dem Umbau zur Erfüllung der Maßgaben des IT-Grundschutzes auch ein signifikanter Rückgang des Energiebedarfs herbeigeführt werden. Es wurden so genannte Blindpanels installiert, die eine verbesserte Luftzirkulation sowie die Trennung von Kalt- und Warmluft ermöglichen. Sie führen zu einer Einsparung von ca. 1°C Kühlleistung bei gleichbleibender Raumtemperatur. Bereits 2001 wurde im LZfD eine Wärmepumpe installiert, um Abwärme des Rechenzentrums zur Erwärmung des Brauchwassers in der Kantine nutzen zu können.



Das Informationstechnische Zentrum der LUBW konnte durch Neubeschaffung der Kühlgeräte und eine **Kalt-gangeinhausung** für den gemeinsamen Serverraum mit der Hochwasservorhersagezentrale den Energieverbrauch für die Kühlung um rund 30% reduzieren. Im Projekt "BK-Outsourcing" betreibt der IT-Partner des Landes ein Testlabor für energieoptimierte Rechenzentren, dessen Ergebnisse bei der Modernisierung der beteiligten Rechenzentren einfließen. Ein weiteres Ziel ist die Umstellung des Betriebs auf 100% erneuerbare Energien.

## Trennung von Kalt- und Warmgang

### ECOfit 2014

**ECOfit** ist ein Förderprogramm des Landes für betrieblichen Umweltschutz. Es deckt grundsätzlich breite Umweltschutzbereiche ab, sieht jedoch auch Green IT-spezifische Maßnahmen wie effizientere USV und Klimatisierung vor. Die Kommunale Informationsverarbeitung Baden-Franken (KIVBF) hat mit diesem Programm in der Betriebsstätte Freiburg innerhalb eines Jahres durch energetische und strategische Maßnahmen den Gesamtstromverbrauch um 30% reduziert. Dieses stolze Ergebnis wurde erreicht, obwohl am Standort beim Gesamtstromverbrauch zwischen 2008 und 2012 bereits 60% gespart worden sind.



## Maßnahmen am Arbeitsplatz

**Die Arbeitsplatzausstattung bietet durch Zentralisierung und Standardisierung ein erhebliches Potenzial an Energiesparmöglichkeiten. Aber auch die Sensibilisierung des Personals für Green IT-Themen spielt dabei eine wichtige Rolle.**

### ENERGIEBEWUSSTE ARBEITSWEISE

Beim IZLBW wird der Energiesparmodus (Standby, Ruhezustand) nicht nur bei Notebooks, sondern auch bei PCs genutzt. Schaltbare Mehrfachsteckdosenleisten gewährleisten zudem eine sichere Trennung vom Stromnetz und die Vermeidung des Betriebs von Geräten im Standby-Modus. Das IZLBW führt regelmäßige Sicherheitseinweisungen für seine Bediensteten durch und sensibilisiert sie bei dieser Gelegenheit auch für Green IT. So sind sie etwa angewiesen, die Geräte an ihrem Arbeitsplatz nach Dienstende abzuschalten. Der Einsatz von Mehrfachsteckdosenleisten vereinfacht die Durchführung dieser Maßnahme.

Das IZLBW plant ferner, im Bereich der Endgeräte (etwa im Ministeriumsneu-

bau Willy-Brandt-Straße) ein Software-Produkt einzusetzen, mit dem die Ermittlung des Stromverbrauchs der einzelnen Endgeräte ermöglicht wird. So können weitere Maßnahmen ergriffen werden, um den Verbrauch weiter zu reduzieren. Eine solche Maßnahme kann etwa die automatische Abschaltung nicht-produktiver PCs außerhalb der Arbeitszeit sein.

Der Einsatz von **Thin Client Technologie** oder sog. Öko-PCs (lüfterlose stromsparende PCs) soll Energieeinsparungen von etwa 50% im Vergleich zu herkömmlichen PCs ermöglichen. Hier wird das IZLBW ebenfalls Einsatzmöglichkeiten prüfen. Im LZfD läuft derzeit ein Projekt zur Migration sämtlicher Finanzamtsarbeitsplätze von Fat Clients auf Thin Clients.

Zum energieeffizienten Umgang mit der Arbeitsplatzinfrastruktur gibt es auch einen Lehrfilm und mehrere Beiträge im ITZ-Journal zur Mitarbeiter-Sensibilisierung. Die LUBW-Bediensteten sind ferner gehalten, ihre Arbeitsplatzgeräte an einer Steckdose anzuschließen, die sie abends abschalten. Hierüber gibt der Lehrfilm ebenfalls Erläuterungen und weitere Anregungen. Energie-, Ressourcen- und Schadstoffeinsparung werden auch durch die umfassende Reduktion des Druckvolumens erreicht.

### ENERGIEEFFIZIENTE INFRASTRUKTUR

Bei der Einrichtung energieeffizienter Infrastrukturen gehen vor allem das Umweltministerium und die LUBW voran. Bei der zentralen Beschaffung wird auf Standards wie "Blauer Engel" oder "Energy Star" geachtet. Die neueste Generation der Arbeitsplatzrechner spart z.B. gegenüber einem 4 Jahre alten Gerät durch optimiertes Energiemanagement

Energiesparmodus nutzen

des Betriebssystems mindestens 40% des Stromverbrauchs ein.

Zunehmend kommen statt einzelner Drucker zentrale, leistungsfähige Multifunktionsgeräte zum Einsatz, die etwa von einem ganzen Stockwerk genutzt werden. Diese bieten eine Reihe von Optionen, die den Aspekten der Energieeinsparung und Kostenminimierung entgegenkommen und auch zur Reduzierung des Papierverbrauchs beitragen. Unter anderem greifen folgende Maßnahmen:

- ❑ Ersatz von Peripherie-Geräten am Arbeitsplatz durch zentrale, energieeffiziente Multifunktionsgeräte
- ❑ Reduktion des Druckvolumens durch verstärkte Nutzung elektronischer Dokumente und Scans
- ❑ Verwendung von Schwarzweiß- und Duplex-Druck als Standard-einstellung beim Drucken
- ❑ Optimierte Nutzung der Energiesparfunktionen der Arbeitsplatz-rechner
- ❑ Ersatz von herkömmlichen PCs durch "Thin Clients"

#### **bwPC-STANDARD FÜR HOCHSCHULEN**

Mit dem Landesprogramm bwPC besteht eine mittlerweile bei den Hochschulen gut eingeführte und akzeptierte Marke. Anstelle von Eigenlösungen finden energieeffiziente Standardrechner Verwendung (z.T. mit vorinstalliertem Microsoft Betriebssystem), was eine erhebliche Kostenersparnis von über 50% bewirkt und die einheitliche Einrichtung optimierter Energiesparmodi erlaubt.

Die Universität Freiburg koordiniert dabei die Beschaffung von PCs für Hochschulen landesweit. Das Pro-

gramm bwPC IV von 2012 erfüllt modernste Anforderungen an Green IT, die bei der Ausschreibung berücksichtigt werden und die Ziele der Landesregierung aus dem Koalitionsvertrag zur Förderung der Green IT nachhaltig unterstützen.



Bild: © Paulwig / pixelio.de

#### **REDUKTION DES ADMINISTRATIONS-AUFWANDS**

Die durch bwPC erreichte Standardisierung ermöglichte ein Begleitprojekt namens bwLehrpools an den Hochschulen für Angewandte Wissenschaften Offenburg und Reutlingen sowie an der Universität Freiburg. Dieses soll den administrativen Aufwand für den Betrieb von PC-Pools und Speziallaboren reduzieren, um die Rechenzentren und Fakultäten zu entlasten. Unter anderem sollen realisiert werden:

- ❑ Flexibel fernkonfigurierbare Lehrpoolsysteme
- ❑ Kiosk-Systeme (bzw. Universaldesktops) für Konferenzen und Gastwissenschaftler oder als Lesesaalsysteme in den Bibliotheken

- ❑ e-Prüfungssysteme zur Unterstützung von e-Klausuren etc. in einer gesicherten Umgebung
- ❑ Büro-Standardsysteme zur schnellen Bereitstellung von wartungsarmen, aber sicheren PC-Arbeitsplätzen für Abteilungen ohne eigene IT-Betreuung

Die Ergebnisse sollen allen Hochschulen des Landes zur Verfügung gestellt werden. Mit dem Landeshochschulnetz BelWü steht eine leistungsfähige Netzinfrastruktur zur Verfügung, die das breite Spektrum hochschulübergreifender Initiativen wirksam unterstützt.



Bild: © Marcus Stark / pixelio.de

## Green in der IT – Recycling

# Sammlung und Verwertung von Hardware

**Im Sinne einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft stellen entsorgte Elektro- und Elektronik- (insbesondere IT-) Geräte eine wichtige Ressource an wertvollen Materialien und Bauteilen dar. Es wird daher angestrebt, möglichst viele der in Umlauf gebrachten Geräte am Ende ihrer Lebensdauer zu sammeln und höhere Recyclingquoten zu erreichen.**

### RECHTLICHE GRUNDLAGEN

Mit der Richtlinie 2002/96/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (**WEEE-Richtlinie**) wurden rechtliche Vorgaben für die Sammlung und Verwertung von Altgeräten geschaffen. Die nationale Umsetzung erfolgte in Deutschland mit dem Elektro- und Elektronikgerätegesetz (**ElektroG**). Neben den Verantwortlichkeiten (Hersteller, Handel, öffentliche Entsorger)

sind dort Mindestsammel- und Mindestverwertungsquoten geregelt, die in der Vergangenheit problemlos erreicht wurden. Diese Quoten werden jedoch nicht mehr der Bedeutung gerecht, die Altgeräte als Ressource haben. In der nachfolgenden Richtlinie 2012/19/EU werden daher die Zielwerte schrittweise erhöht:

- ❑ **Richtlinie 2002/96/EG:**  
Mindestsammelquote für Elektroaltgeräte aus privaten Haushalten: 4 kg pro Einwohner und Jahr, Mindestverwertungsquote für IT-Geräte: 75% nach Gewicht
- ❑ **Richtlinie 2012/19/EU:**  
Mindestsammelquote für Elektroaltgeräte: **Ab 2016** min. 45%, **ab 2019** min. 65% der in den letzten 3 Jahren durchschnittlich verkauften Elektrogeräte (nach der UN-University Bonn ca. 17 kg pro Einwohner und Jahr)

Elektroschrott ist wertvoll

## Recycling- quoten steigern

Demnach sind ab 2019 mindestens doppelt so viel Elektro- und Elektronik-Altgeräte wie heute zu sammeln. Insbesondere muss ein bürgerfreundlicheres Sammelsystem mit einem dichten Netz von Sammelstellen geschaffen werden.

### TECHNOLOGIEMATERIALIEN

Die Verwertungsquoten berücksichtigen allerdings nicht den besonderen Stellenwert der sogenannten Technologiema-terialien wie **Gold, Silber und Seltene Erden**. Der Abbau dieser Substanzen findet vielfach in Regionen mit sehr fragwürdigen Umwelt- und Sozialstandards statt. Die Konzentrationen dieser Stoffe sind in den meisten Geräten gering, eine Rückgewinnung in den heutigen Strukturen daher schwierig. Mit der ElektroG-Novellierung soll im Interesse besserer Recyclingquoten die Zuordnung zu den Sammelgruppen optimiert, die individuelle Rücknahme

gestärkt und die Einführung intelligenter Geschäftsmodelle gefördert werden. Das baden-württembergische Umweltministerium wird sich mit Nachdruck dafür einsetzen.

### RECYCLINGFÄHIGE HERSTELLUNG

Das ElektroG fordert bereits heute, dass die Hersteller die Recyclingfähigkeit ihrer Produkte bei der Konstruktion berücksichtigen, um die Rückgewinnung wertvoller Stoffe im Zuge der Kreislaufwirtschaft zu erleichtern. Dies beinhaltet z.B. eine möglichst einfache Demontage der Geräte, die Entnehmbarkeit von Akkus und Batterien sowie die Ermöglichung einer stofflichen Verwertung der Komponenten und Werkstoffe. Außer im Fall entsprechender Gesundheitsschutz-, Umweltschutz- oder Sicherheitsvorschriften darf die Wiederverwertung nicht durch besondere Konstruktionsmerkmale oder Herstellungsprozesse behindert werden.

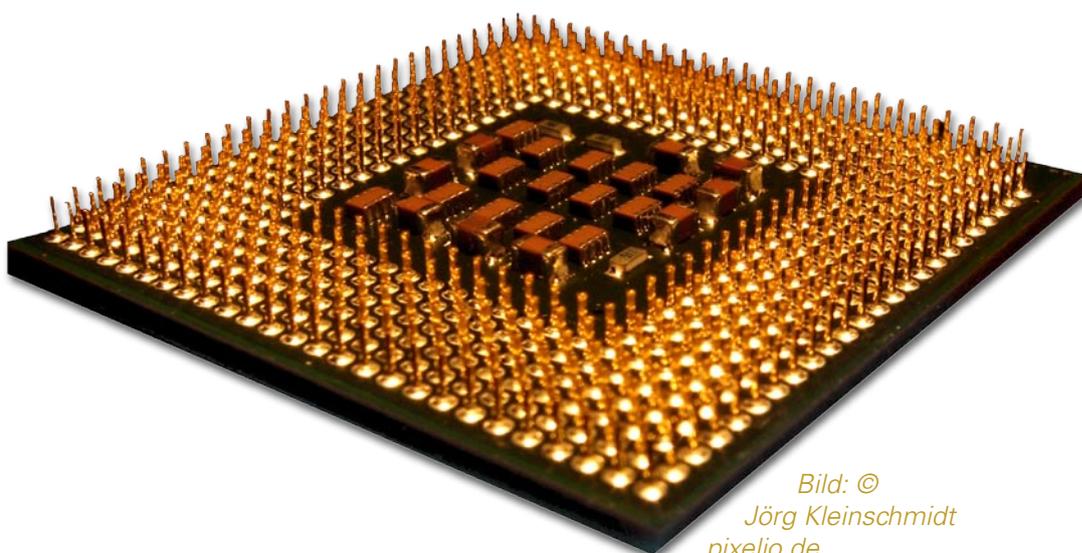


Bild: ©  
Jörg Kleinschmidt  
pixelio.de



## Green durch IT – intelligente Hard- und Software zur Umwelt- und Klimaschutz

# 5.

Bild: © F.G. Link, Umweltakademie Baden-Württemberg

## Eingebettete Systeme

**Eingebettete Systeme werden für spezifische Anwendungen entwickelt und in technischen Geräten verbaut. Über Sensoren (Messelemente) und Aktoren (Antriebs-elemente) kommunizieren sie mit der Außenwelt. Sie sind integraler Bestandteil eines Gesamtsystems, das ohne sie nicht mehr funktionsfähig ist.**

Wer heute sein Auto startet, setzt im Fahrzeug eine Reihe Eingebetteter Systeme in Gang. Etwa die elektronische Motorensteuerung oder die automatische Fahrzeugbeleuchtung bei einsetzender Dunkelheit sind essenzielle Komponenten im Fahrzeugbau. Neben der Mikroelektronik sind Eingebettete Systeme die Grundlage für Hightech-Produkte, z.B. in der Automatisierungs- und Medizintechnik oder im Bereich der erneuerbaren Energien. Damit entwickelt sich die Telekommunikations- und Elektroindustrie zum integralen Partner des Maschinen- und Fahrzeugbaus.

### CYBER-PHYSICAL SYSTEMS

Eine weitere Entwicklung stellt die zunehmende Vernetzung der eingebetteten Systeme mit den weltweit verfügbaren Daten und Diensten über das Internet dar. Solche Cyber Physical Systems (CPS) bieten Chancen für eine nachhaltige Wirtschaftsentwicklung, z.B. durch:

- ❑ Optimierte Nutzung von Energie
- ❑ Ressourcenschonendere Produktion und Mobilität

Für die Zukunft ist zu erwarten, dass etwa Gebäude mehr und mehr automatisch gesteuert werden, oder dass unsere Fahrzeuge und Verkehrsinfrastrukturen so miteinander kommunizieren, dass sie möglichst energieeffizient betrieben werden können. Unabhängig von ihrer direkten Hardware-Umgebung werden Eingebettete Systeme zukünftig so gestaltet sein, dass sie vielfache und wechselnde Ziele unter sich ändernden Randbedin-

## Die Telekommunikation ist Teil der Industrie



Bild: © Erich Westendarp / pixelio.de

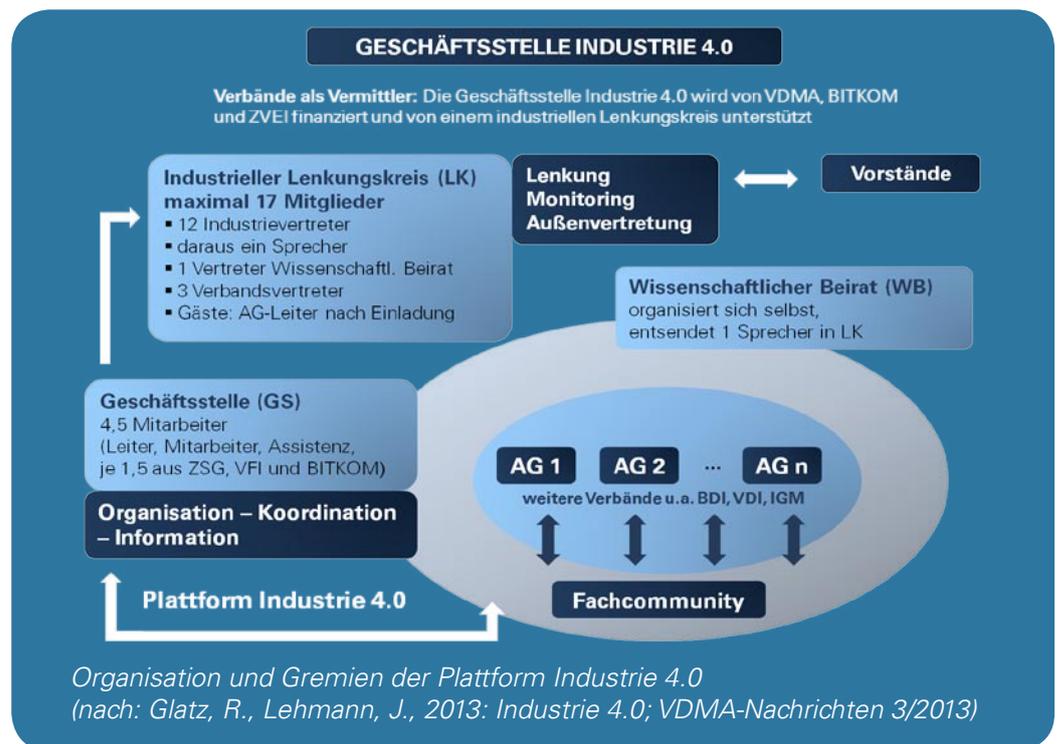
## CPS als Schlüssel der Innovation

gungen erreichen können. Folgende Technologien und Trends wirken als wesentliche Treiber der Innovation:

- ❑ allgegenwärtige globale Datennetze
- ❑ intelligente, vernetzte und mit Sensoren ausgestattete Komponenten
- ❑ ortsungebundene Rechenzentren, die es in der "Cloud" ermöglichen, CPS für das "Business Web" per Internet nutzbar zu machen

- ❑ Verfahren des Web 2.0 und des sog. semantischen Web mit maschineninterpretierbaren Inhalten

Um die Entwicklung zu beschleunigen, haben führende Industrieverbände die "Geschäftsstelle Industrie 4.0" eingerichtet. Insgesamt sind CPS ein wichtiger Schlüssel zur Entwicklung ressourcenschonender Technologien und nachhaltigerer Lebensweisen.

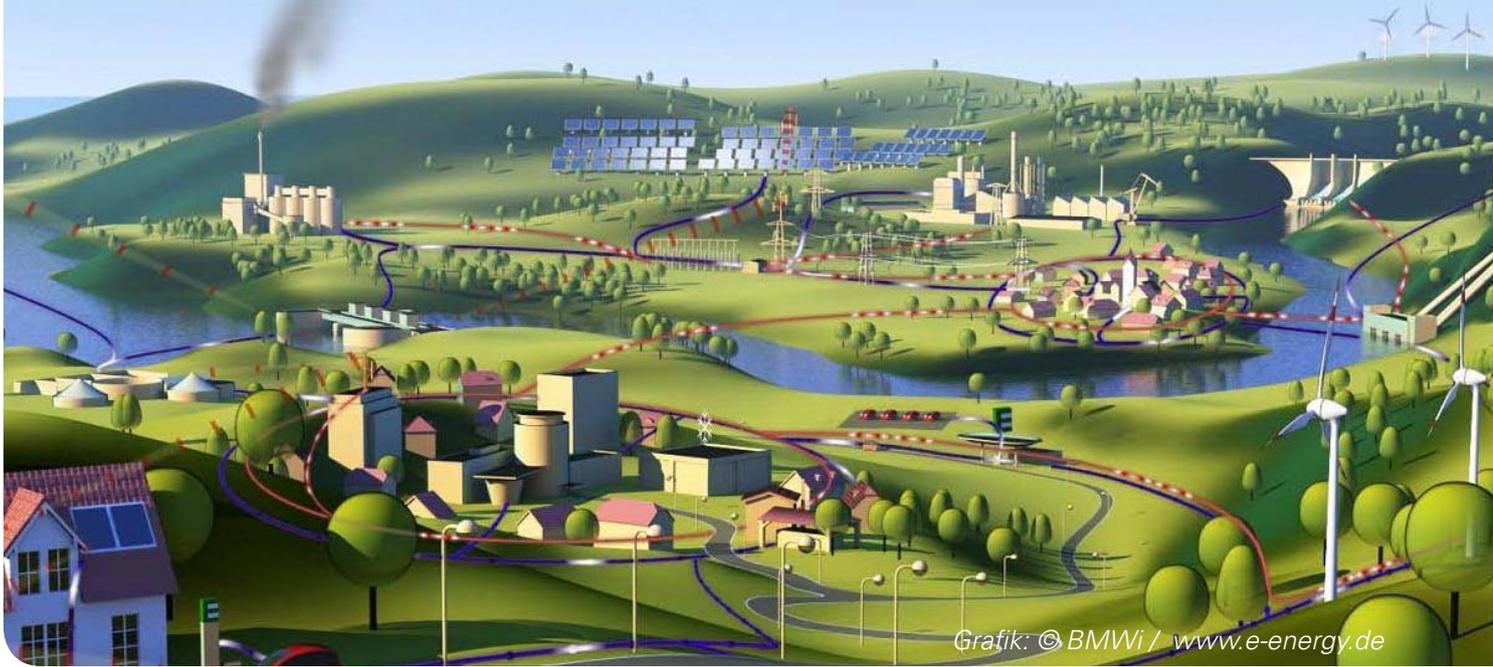


## Smart Grids – Intelligente Netze

**Um Baden-Württemberg zu einem Vorreiter bei der Entwicklung von Smart Grids zu machen, hat das UM Ende 2012 die Smart Grids-Plattform Baden-Württemberg ins Leben gerufen.**

Smart Grids integrieren die Komponenten der Energieinfrastruktur (Erzeugung, Übertragungs- und Verteilnetze, Speicher sowie Konsumenten und Prosumer – Erzeuger, die auch Verbraucher sind) mittels moderner Informations- und Kommu-

nikationstechnik über alle Energieträger (Strom, Gas und Wärme) und Akteure hinweg. Die Smart Grids-Plattform soll Akteure aus Industrie, Energiewirtschaft, Wissenschaft und Politik vernetzen, deren Austausch fördern, Schwerpunkte beim Aufbau von Smart Grids festlegen und flächenhafte, marktnahe Lösungen entwickeln. Eine Vielzahl an Vorschlägen und Handlungsempfehlungen wurden in der Smart Grids-Roadmap Baden-Württemberg zusammengefasst.



Der Verein Smart Grids-Plattform Baden-Württemberg e.V. ([www.smartgrids-bw.net](http://www.smartgrids-bw.net)) wurde 2013 gegründet, um Baden-Württemberg zum Schaufenster für intelligente Netze zu entwickeln. Das Land wird die Umsetzung der Roadmap weiterhin aktiv begleiten sowie eigene Projekte initiieren und durchführen. Beabsichtigt ist z.B. eine Förderrichtlinie für Demonstrationsprojekte im Bereich Smart Grids und Speichertechnologien sowie die Weiterentwicklung des Potenzialatlas Erneuerbare Energien zu einem Energieatlas Baden-Württemberg.

### SMART-GRID PROJEKTE IM LAND



MeRegio | [www.meregio.de](http://www.meregio.de)

2009 bis 2012 arbeiteten im Projekt MeRegio Wissenschaft, Wirtschaft und Energieversorgung zusammen an einer "Minimum Emission Region" (=MeRegio). In zwei Modellregionen (Freiamt/Ettenheim und Göppingen) sollten dabei durch Vernetzung von zentralen und dezentralen Energieerzeugern sowie Verbrauchern der CO<sub>2</sub>-Ausstoß verringert und die Energieeffizienz gesteigert werden. MeRegio wurde im Rahmen von "E-Energy" durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie gefördert.



Modellstadt Mannheim | [www.modellstadt-mannheim.de](http://www.modellstadt-mannheim.de)

Die "Modellstadt Mannheim" (2008-2012) war das zweite "E-Energy" Vorhaben in Baden-Württemberg. In einem repräsentativen Großversuch unter Federführung eines Energieversorgers wurden neue Methoden zur Verbesserung der Energieeffizienz, der Netzqualität und der Integration erneuerbarer und dezentraler Energien im städtischen Verteilernetz erprobt. Kunden wurde Strom nahe am Erzeugungsort und zum Erzeugungszeitpunkt angeboten. Ziel war die Entwicklung eines Energie-Marktplatzes für dezentralen Stromhandel zu den jeweils günstigsten Lastzeiten.

### SMARTERCITY

SmarterCity Karlsruhe | [www.karlsruhe.de/b2/wifoe/netzwerke/smartercity](http://www.karlsruhe.de/b2/wifoe/netzwerke/smartercity)

Bei der so genannten "Smart City" werden Anpassungen der Versorgungssituation in Städten (Energie, Wasser, Mobilität etc.) an den gesellschaftlichen und technologischen Fortschritt betrachtet. Dabei steht die Integration der Informations- und Kommunikationssysteme im Mittelpunkt. "SmarterCity Karlsruhe" ist eine Ini-

tiative der Stadt Karlsruhe mit Partnern aus Forschung und Wirtschaft mit dem Ziel, durch effizienten Einsatz neuester Technologien die Lebensqualität der Menschen und die Innovationsfähigkeit der Unternehmen zu verbessern. Mehrere Handlungsfelder sind hier aus Green IT-Sicht besonders relevant:

- ❑ **SmartHouse:** Energieeffizienz, intelligente Steuerungstechnik und Kommunikation in Gebäuden
- ❑ **SmartMobility:** Intelligente Nutzung vorhandener Verkehrsinfrastruktur und Schaffung neuer zu-

kunftsweisender Strukturen

- ❑ **Energieautarke Stadt / HotSpots:** Lösungen zur effizienten Energieerzeugung, Energiespeicherung und Energieverwaltung

## T-City Friedrichshafen

T-City Friedrichshafen | [www.t-city.de](http://www.t-city.de)  
2007 bis 2012 wurde im Projekt "T-City Friedrichshafen" in einer Public Private Partnership zwischen der Deutschen Telekom und der Stadt Friedrichshafen in über 40 Einzelprojekten ebenfalls an einer "Smart City" gearbeitet.

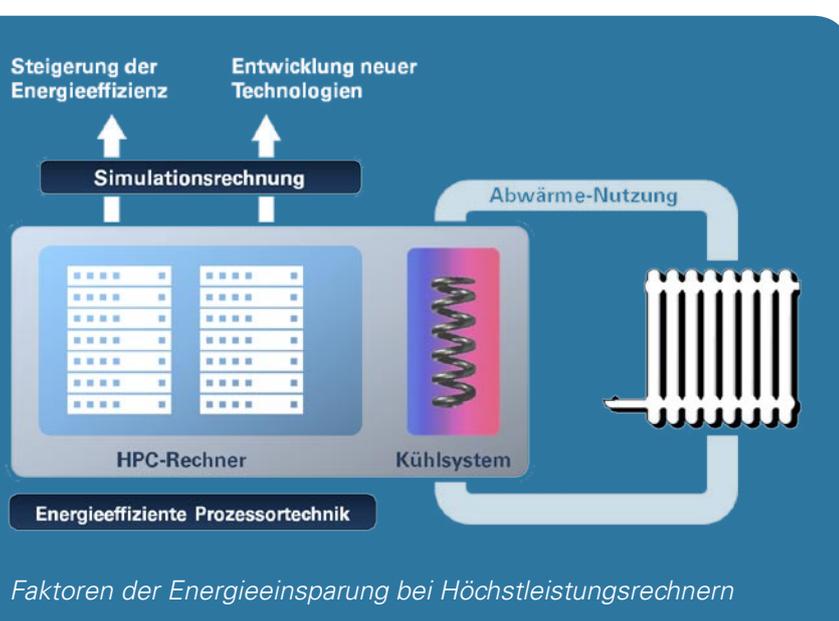
# Hoch- und Höchstleistungsrechnen

Experimente  
durch  
Simulation  
ersetzen

**Die rasant technische Entwicklung der Hardware unterstützt heute Rechenoperationen, die der Wissenschaft und Technologie neue Dimensionen eröffnen. Extrem leistungsfähige Prozesstechnologie ermöglicht in Verbindung mit vernetzten Rechnersystemen das Hoch- und Höchstleistungsrechnen (High Performance Computing, HPC). Es hilft in vielen Bereichen, Energie und Ressourcen zu sparen.**

Dies z.B. durch Simulation und Modellierung komplexer Problemstellungen, die bisher aufwändige Experimente erforderten. In vielen Anwendungsfeldern – von der Entwicklung energieeffizienter Fahrzeuge bis hin zur Modellierung gesellschaftlicher Trends – erhalten wir damit schnell Antworten auf drängende Fragen und gesellschaftliche Herausforderungen, wo früher jahrelange Forschungsarbeit notwendig war. Nur mit Hilfe von HPC-Simulationen können wir z.B. Aussagen über die weitere Entwicklung des Weltklimas machen und lokale Auswirkungen der Klimaveränderungen, etwa bezüglich der Hochwassergefahr, vorhersagen. Das Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart (HLRS) führt u.a. entsprechende Klimasimulationen durch.

Durch HPC-Simulationen können auch konventionelle Technologien, etwa Verbrennungsvorgänge in Motoren, weiter verbessert und Einspar-Potenziale ermittelt werden. Außerdem sind sie Grundlage für die Entwicklung im Bereich der erneuerbaren Energien. Beispiele sind:



- ❑ Brennstoffeinsparung in konventionellen Kraftwerken durch Simulation von Verbrennungsprozessen
- ❑ Bessere Bürgerbeteiligung durch 3D-Visualisierung von Bauvorhaben (z.B. Pumpspeicherkraftwerke)
- ❑ Zügige Entwicklung von Elektrofahrzeugen zur Serienreife durch Simulationen in der Batterie- und Brennstoffzellentechnik
- ❑ Beschleunigte Optimierung der Wind- und Solartechnologie
- ❑ Bessere Integration der erneuerbaren Energien durch die Entwicklung intelligenter "Smart Grids"

### HPC INFRASTRUKTUR DES LANDES

Für Baden-Württemberg hat das Wissenschaftsministerium deshalb eine HPC-Strategie entwickelt, die Anwendern aus allen Wissenschaftsgebieten und der Wirtschaft Zugang zu HPC-Rechnerressourcen ermöglicht. Das Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart (HLRS) ist eines von drei im bundesweiten "Gauss Centre for Supercomputing"; das nationale wie auch europäische Aufgaben übernimmt. Auf regionaler Ebene stellen das HPC-Kompetenzzentrum "Steinbuch Center for Computing" (SCC) am KIT und auf lokaler Ebene die Rechenzentren der Hochschulen die entsprechenden HPC-Rechnerressourcen im Rahmen der HPC-Landesstrategie zur Verfügung.

### ENERGIEEFFIZIENTE HPC-RECHNER

Auch das HPC selbst ist Gegenstand intensiver Forschung im Hinblick auf Green IT. Die Betreiber von Höchstleistungsrechnern spürten als erste den Druck, den Stromverbrauch der Geräte zu senken. Heutige Höchstleistungsrechner erreichen eine Leistung von mehreren Milliarden Rechenoperationen pro Sekunde (PetaFLOP/s), binnen

10 Jahren wird eine Steigerung um das Tausendfache erwartet. Grundlegende Innovationen in der Energieeffizienz von Rechnern sind dazu erforderlich.

Schon heute ist bei der Beschaffung von HPC-Komponenten der Energieverbrauch ein wichtiges Entscheidungskriterium. Bei Ausschreibungen werden die **Energiekosten** ökonomisch und ökologisch bewertet und Systeme ausgewählt, die bei gleicher Leistung am wenigsten Energie verbrauchen.

Bereits bei Baumaßnahmen sollten optimale Kühlungskonzepte eingeplant werden. Dies ermöglicht beispielsweise dem HLRS an etwa 200 Tagen im Jahr die Kühlung der Systeme durch Außenluft (freie Kühlung). Künftige Rechner werden verstärkt **Heißwasser- oder Immersionskühlung** einsetzen, wobei die gesamten Geräte von Kühlflüssigkeit durchströmt und so auch die Abwärme genutzt werden kann. Dies hält den Energiebedarf für die Kühlung gering.

Darüber hinaus müssen auch die HPC-Rechner selbst erheblich energieeffizienter werden, beispielsweise durch den Einsatz spezieller Grafik- oder Signalprozessoren. Auch die Mobiltechnologien liefern wichtige Ansätze für energiesparende Konzepte im HPC-Bereich.

### INTELLIGENTE PROGRAMMIERUNG

Weitere Maßnahmen setzen bei der Software an. Durch optimale Lastverteilung der Jobs in einem Rechencluster kann der Energieverbrauch gesenkt werden. Gerade nicht genutzte Komponenten werden dabei in einen Energiesparzustand versetzt. Zur Programmoptimierung wird zunächst der Stromverbrauch während der Ausführung sehr genau protokolliert. Damit können aufwändige Rechenschritte auf energieeffiziente Hardwarekomponen-

Effiziente  
Kühlung ist  
entscheidend



*Klimatisierter  
HPC-Schrank*

ten ausgelagert werden. Neu entworfene **Algorithmen** zielen direkt darauf ab, die Zahl energieintensiver Operationen zu minimieren bzw. die Spannungsversorgung und Taktfrequenz der Prozessoren intelligent zu steuern.

Zur Beurteilung der Energieeffizienz der weltweit größten HPC-Systeme wurde neben der bekannten Top500-Liste eine **Green500-Liste** aufgestellt, die nicht die absolute Rechenleistung, sondern die auf den Energieverbrauch bezogene Rechenleistung bewertet. Wichtige Green IT-Innovationen aus dem HPC-Bereich finden oft in weni-

ger als fünf Jahren ihren Weg in breite Massenmärkte und -produkte.

Das Engineering Mathematics and Computing Lab (EMCL) der Universität Heidelberg koordiniert z.B. das EU-Projekt "Exa2Green" mit einer Fördersumme von 3 Mio. €. Auch die **Studierenden** profitieren von den aktuellen Forschungsergebnissen. So gewann das Studententeam "kluster" des KIT die internationale "Student Cluster Competition" auf der International Supercomputing Conference 2012 mit dem energieeffizientesten CPU- (Central Processing Unit) Cluster.

## Potenzialatlas Erneuerbare Energien Baden-Württemberg

und betreibt die LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz für das Land Baden-Württemberg seit 2013 die Internetanwendung "Potenzialatlas Erneuerbare Energien". Dort werden Potenziale zur Nutzung der **Solar- und Windenergie** sowie der **Wasserkraft** transparent öffentlich aufgezeigt. Damit leistet das Land im Rahmen der Energiewende einen Beitrag zum weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien.

Die Potenziale wurden durch räumliche Modellierungsmethoden auf Basis Geographischer Informationssysteme (GIS) berechnet. Diese Informationen richten sich auch an Kommunen, die auf dieser Grundlage eigene Umsetzungsszenarien zur Erfüllung der gemeinsamen Klimaschutzziele entwickeln können. Ein weiterer Ausbau des Potenzialatlas ist geplant.

[www.potenzialatlas-bw.de](http://www.potenzialatlas-bw.de)



Darstellung des Solardach-Potenzials der Kommunen im Potenzialatlas Erneuerbare Energien

Green durch IT bedeutet für das Land auch, dass die heutigen Möglichkeiten zur Erreichung umweltpolitischer Ziele konsequent genutzt werden. Im Auftrag des Umweltministeriums entwickelt



# Green durch IT – umwelt- und klimaschonende Mobilität

## Straßenverkehrs-Management

**Der Verkehr ist mit rund 30% für einen beträchtlichen Teil des Energieverbrauchs in Deutschland verantwortlich. Bei den heute üblichen und die Massenfertbewegung prägenden Verbrennungsmotoren stellen IT und Elektronik einen wesentlichen Lösungsanteil dar. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen können damit bei marktakzeptierter Performance signifikant gesenkt werden.**

Mit einem Straßenverkehrsmanagement, das Informations- mit Verkehrstechnik verbindet, werden Verkehrsströme so beeinflusst, dass die Straßenverkehrsinfrastruktur bestmöglich ausgenutzt und dadurch der Energieverbrauch reduziert und Emissionen vermieden werden. Ein Beispiel sind die öffentlichen IT-Services des Landes. Diese Angebote liefern aktuelle Informationen zu Verkehrslage und Baustellen sowie Verkehrsmeldungen und Echtzeit-Bilder der Autobahn-Webcams in Baden-Württemberg.

- ❑ [www.svz-bw.de](http://www.svz-bw.de)
- ❑ [www.baustellen-bw.de](http://www.baustellen-bw.de)

Die Straßenverkehrszentrale Baden-Württemberg (SVZ) stellt dazu auch eine mobile Variante für Smartphones zur Verfügung ([m.svz-bw.de](http://m.svz-bw.de)). Weitere Services werden derzeit umgesetzt:

- ❑ Einbindung der Verkehrslage in das multimodale Auskunftsportal der Nahverkehrsgesellschaft (NaMoReg)
- ❑ Reisezeitinformationen durch Echtzeitverkehrsinfos (Abruf als Pre-Trip- oder On-Trip-Information bei der SVZ)
- ❑ Onlineinformationen zum dynamischen Lkw-Parken an Bundesautobahnen (auch mit Anzeige vor Ort)



Die mobile SVZ-Seite [m.svz-bw.de](http://m.svz-bw.de)





## IT-Einsatz in Fahrzeugen

**Erst neue IT-Lösungen öffnen den intermodalen Verkehr und die Elektromobilität für ein Massenpublikum. Mit der Entwicklung von Software, digitaler Steuerelektronik und analoger Leistungselektronik leisten IT und Elektronik entscheidende Beiträge zu nachhaltigeren Verkehrslösungen.**

### Vernetzung von Fahrzeugen

Die Anwendungen reichen von optimierten Motorsteuerungen und Sicherheitssystemen bis zur Fahrzeugvernetzung und ermöglichen damit einen optimierten Verkehrsfluss. Forschungsbedarf besteht noch bei der Senkung des zusätzlichen Energiebedarfs der Elektronik zur Verkehrs- und Netzsteuerung. Die Landesagentur "e-mobil BW" ([www.emobilbw.de](http://www.emobilbw.de)) koordiniert die Arbeiten.



**SPITZENCLUSTER ELEKTROMOBILITÄT SÜD-WEST** | [www.emobil-sw.de](http://www.emobil-sw.de)

Im von Bund und Land geförderten "Spitzencluster Elektromobilität Süd-

West" gehört der IT-Bereich zu einem von vier Innovationsfeldern mit einer Reihe von Einzelprojekten. Damit sollen in erster Linie **intermodale Mobilitätskonzepte** entwickelt und prototypisch umgesetzt werden. Das Dienstleistungsangebot des ÖPNV soll durch Integration einer E-Fahrzeugflotte individueller auf die Bedürfnisse der Kunden zugeschnitten werden. Unter anderem werden dazu Strategien zur Reichweiten-Optimierung von E-Fahrzeugen, Routenberechnungsdienste mit energieoptimiertem Routing bzw. Konzepte zur besseren Verfügbarkeit der Fahrzeuge erforscht. Im Projekt "**Smart Grid Integration**" wird untersucht, wie durch die Einbindung von Lade- und Entladevorgängen der E-Fahrzeuge ins Stromnetz die schwankende Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Energien abgepuffert werden kann.



**LIVINGLAB BWE MOBIL**  
[www.livinglab-bwe.de](http://www.livinglab-bwe.de)

Mehrere Projekte sollen den Ausbau der öffentlichen **Ladeinfrastruktur für E-Fahrzeuge** in der Region Stuttgart vorantreiben. Insgesamt werden 500 Ladepunkte angestrebt. Es gilt dabei, Erkenntnisse über die Konzipierung tragfähiger Geschäftsmodelle zu gewinnen und Entwicklungen der Verkehrsbelastung zu beobachten. Begleitend wird untersucht, wie elektromobile Systeme das Mobilitätsverhalten beeinflussen. Zur Erprobung werden u.a. die Elektrofahrzeuge des Landesfuhrparks genutzt. Speziell für die Elektromobilität am Arbeitsplatz werden im Projekt "**charge@work**" Lademöglichkeiten an Mitarbeiterparkplätzen zur Verfügung gestellt, um das Nutzerverhalten zu analysieren. Dabei werden u.a. Abrechnungssysteme

sowie Lade- und Lastmanagementverfahren erprobt.



IZEUS | [www.izeus.de](http://www.izeus.de)

Fragestellungen des **Smart Grid** und **Smart Traffic** stehen im Mittelpunkt des Projektes iZeus (intelligent Zero Emission Urban System), das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) im Rahmen des

Programms IKT für Elektromobilität II gefördert wird. iZeus erstellt Konzepte und Anwendungsbeispiele für die Integration von Elektromobilität in den Privat- und urbanen Wirtschaftsverkehr und demonstriert sie im Feldtest. Schwerpunkte sind die Verbindung von Verkehrs- und Energiesystemen, innovatives Abrechnungs- und Flottenmanagement sowie ein dezentrales Energie- und Lademanagement. Es wird erwogen, das Projekt in das Schaufenster Elektromobilität LivingLab BMW mobil einzubeziehen.

## Radroutenplaner Baden-Württemberg

**Mit dem Radroutenplaner Baden-Württemberg steht ein interaktives und kostenloses Angebot im Internet und als mobile Applikation (App) zur Verfügung, das sowohl den Ansprüchen des Alltagsradverkehrs wie auch des (touristischen) Freizeitradverkehrs gerecht wird.**

Wichtigste Grundlagen sind neben dem Kartenmaterial die Routennetzdaten, die eine Strecke von über 40.000 km abbilden. Ein von der LUBW entwickeltes, webbasiertes Geografisches Informationssystem ermöglicht die Pflege des Radroutennetzes gemeinsam mit den Stadt- und Landkreisen. Um die Verknüpfung der Verkehrsträger Fahrrad und ÖPNV weiter zu verbessern, ist die Elektronische Fahrplanauskunft des Landes (EFA-BW) vollständig im Radroutenplaner integriert.



[www.radroutenplaner-bw.de](http://www.radroutenplaner-bw.de)







## Green durch IT – Verfahren in der Land- und Forstwirtschaft

Bild: © Christoph Aron / pixelio.de

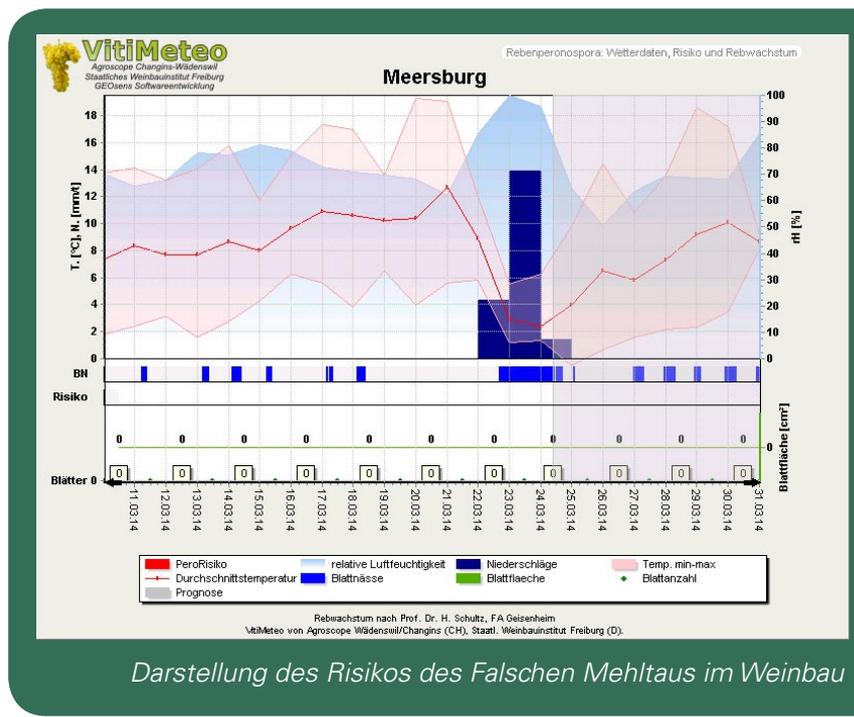
# Nachhaltige Bewirtschaftung mit System

“VitiMeteo” ist ein umfassendes wettergestütztes Prognose-system für Schädlinge und Krankheiten im Weinbau. Es wird im gesamten südwestdeutschen Raum, der Schweiz sowie in Luxemburg, Frankreich, Österreich und Teilen Italiens eingesetzt.

Das vom Staatlichen Weinbauinstitut Freiburg mit der schweizerischen Agroscope betriebene Programm bildet die wirtschaftlich bedeutendsten Rebenkrankheiten und Schädlinge nach dem aktuellen Stand der Forschung ab. Die Risikobewertungen werden drei Mal täglich veröffentlicht und ermöglichen eine nachhaltigere Bewirtschaftung mit optimiertem Einsatz von Pflanzenschutzmitteln.

So kann die Umweltbelastung reduziert und die Akzeptanz in der Bevölkerung verbessert werden. “VitiMeteo” ist

damit auch ein wichtiger Baustein zur Umsetzung des “Nationalen Aktionsplans zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln im Weinbau”



Darstellung des Risikos des Falschen Mehltaus im Weinbau

[www.vitimeteo.de](http://www.vitimeteo.de)

# GPS-Navigation auf Waldwegen dank GeoDat



**Der Landesbetrieb ForstBW erhebt Waldwegedaten nach dem bundeseinheitlichen GeoDat-Standard für ein routingfähiges Waldwegenetz im gesamten Baden-Württemberg.**

Dies erleichtert Transporteuren das Auffinden des lagernden Rundholzes

im Wald per GPS-Navigation und eröffnet Einsparpotenziale beim Holztransport. Bereits 3% Einsparung bedeuten 7,2 Millionen weniger LKW-Kilometer pro Jahr. Aber auch für die Waldbesitzer und die Allgemeinheit ergeben sich Vorteile, wenn Rettungsdienst, Feuerwehr oder Katastrophenschutz auf schnellstem Weg zu ihrem Einsatzort im Wald navigieren können.

Im Rahmen einer länderübergreifenden Kooperation werden die GPS-Daten von der NavLog GmbH auch bundesweit für die Befahrung durch die Forst- und Holzwirtschaft bereitgestellt. ForstBW unterstützt darüber hinaus die Entwicklung und den Test von Navigationsgeräten für die Mitarbeiter der Forstbehörden im Außendienst. Damit lassen sich erhebliche Einsparungen im Dienstbetrieb durch Optimierung von Wegstrecken und Reisezeiten erzielen.

## Internetplattform für ein Holz-Logistik Netzwerk

**Das Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg (MLR) fördert im Rahmen der Clusterinitiative Forst und Holz die Etablierung einer internetbasierten Logistikplattform für Rohholztransporte, an der mehrere Sägewerke und Speditionen beteiligt sind.**

Dabei soll ein Regelwerk für den Datenaustausch sowie die Aufteilung des erzielten Spareffektes an die koope-

rierenden Marktpartner (Führunternehmen, Holzindustrie) entwickelt werden. Durch das Projekt sollen 120.000 Liter Diesel pro Jahr eingespart werden.



Bild: © Reiner Sturm / pixello.de

# Computer-Tomographie für Stämme

**Als weltweit einzige Stelle hat die Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA BW) seit 2008 einen Computertomographen zur Vermessung von Rundholz im Einsatz.**

Entscheidender Vorteil ist die zerstörungsfreie Erkennung innerer Qualitätsmerkmale von Stämmen bis zu 55 cm Durchmesser (z.B. Jahresringbreite, Äste, Kernholz, Fäulen, Metallsplinter). Von der FVA BW werden die entsprechenden Analyseproze-

duren entwickelt, um die Messung per Röntgenstrahlung als Routinemethode zu etablieren, und eine Datenbank für die Merkmale wichtiger Rohholzeigenschaften aufgebaut.

Damit werden Datengrundlagen zur Weiterentwicklung von Prognosemodellen in der forstlichen Produktion geschaffen. Der Einsatz von Röntgentechnologie bietet zudem ein großes Potenzial zur Rationalisierung und Steigerung der Effektivität und Produktivität der Holzverarbeitenden Industrie.

**Zerstörungsfreie Erkennung**



*Computertomograph zur Qualitätsbestimmung von Rundholz (Bild: © FVA BW)*

Durch präzise Vorsortierung des Rohholzes für die Weiterverarbeitung können die Ausbeute des Sägewerks gesteigert und genaue Produktinformationen an den Lieferanten zurück-

geliefert werden. Der Ausbau dieser Schnittstelle zwischen Forstwirtschaft und Holzindustrie wird auch wertvolle Erkenntnisse über die aktuell vorhandene Holzressource liefern.

## *Impressum*

### **HERAUSGEBER**

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg  
Kernerplatz 9, 70182 Stuttgart

### **WEITERE BETEILIGTE**

Innenministerium Baden-Württemberg  
Justizministerium Baden-Württemberg  
Ministerium für Arbeit und Sozialordnung, Familie, Frauen und Senioren  
Baden-Württemberg  
Ministerium für Finanzen und Wirtschaft Baden-Württemberg  
Ministerium für Infrastruktur und Verkehr Baden-Württemberg  
Ministerium für Integration Baden-Württemberg  
Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg  
Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg  
Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg  
Staatsministerium Baden-Württemberg  
Datenzentrale Baden-Württemberg  
Informatikzentrum Landesverwaltung Baden-Württemberg  
Kommunale Informationsverarbeitung Baden-Franken  
Kommunale Informationsverarbeitung Reutlingen-Ulm  
Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg  
Logistikzentrum Baden-Württemberg  
Oberfinanzdirektion Karlsruhe  
Stadt Karlsruhe

### **BILDNACHWEIS**

© momius / fotolia.com (Titel), © Givaga / fotolia.com (S.5),  
© Mopic / fotolia.com (S.7), © itestro / fotolia.com (S.8),  
© PublicDomainPictures / pixabay.com (S.11), © Alterfalter / fotolia.com (13),  
© F.Schmidt / fotolia.com (S.15), © tashka2000 / fotolia.com (S.16),  
© Paulwig / pixelio.de (S.17), © Marcus Stark / pixelio.de (S.19),  
© Jörg Kleinschmidt / pixelio.de (S.20), © F.G. Link, Umweltakademie BW (S.21),  
© BMWi / www.e-energy.de (S.23), © Petair / fotolia.com (S.27, 28),  
© Christoph Aron / pixelio.de (S.31), © ReinhardT / fotolia.com (S.32 o),  
© Reiner Sturm / pixelio.de (S.32 u), © FVA BW (S.33)

### **BEARBEITUNG UND GESTALTUNG**

ecosite - Im Starkfeld 16/2, 89231 Neu-Ulm

© Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft  
Baden-Württemberg, **Mai** 2014