



Green IT Konzept

# GreenITown Hohen Neuendorf

Dokument-Nr: DK\_0477\_A  
Datum: 2017-04-07  
Erstellt: Nele Lübberstedt

## Green IT Konzept

# GreenITTown Hohen Neuendorf

## Inhalt

1 Einleitung und Projektziel.....	1
2 Einsatz von Green IT.....	1
3 Mittelfristige Maßnahmen.....	2
3.1 Dokumentation der IT-Infrastruktur.....	2
3.2 Definition von Kennzahlen.....	3
3.2.1 Definition von Kennzahlen.....	3
3.2.2 Erfassung von Kennzahlen.....	4
3.3 Ausbau und Erweiterung des Monitorings.....	4
3.3.1 Manuelle Messung an Arbeitsplätzen und Peripheriegeräten.....	5
3.3.2 Kontinuierliche Messung an Servern und Peripheriegeräten.....	5
3.4 Optimierung der IT-Infrastruktur.....	6
3.4.1 Virtualisierung und Konsolidierung von Servern.....	6
3.4.2 Optimierung von Tasks und Systemprozessen.....	7
3.4.3 Bewertung der Datenstrukturen.....	7
3.4.4 Abschalten von Geräten.....	7
4 Langfristige Maßnahmen.....	8
4.1 2. Dimensionierung der IT-Infrastruktur.....	8
4.1.1 Anpassung der Hardware an Anforderungen der Dienste.....	8
4.1.2 Ausfallsicherheit und benötigte Redundanz überprüfen.....	8
4.1.3 Skalierbarkeit der Hardware bei der Beschaffung berücksichtigen.....	9
4.1.4 Kühlung der Server an Dimensionierung anpassen.....	9
4.2 3. Rechenzentrumsinfrastruktur.....	9
4.2.1 Bereitstellung der Server.....	9
4.2.2 Kühlung der Server.....	10
4.2.3 Energieversorgung der Server.....	11
4.3 Beschaffung, Lifecycle Management, Ressourcen und ReUse.....	11
4.3.1 Ökologische IT-Beschaffung.....	11
4.3.2 Lifecycle Management.....	12
4.4 Mitarbeiter Motivation und Richtlinien zur Einsparung am Arbeitsplatz.....	13
4.4.1 Kommunikation und Sensibilisierung der Anwender.....	13

BITTE PRÜFEN SIE DER UMWELT ZULIEBE,  OB DER AUSDRUCK DIESES BLATTS ERFORDERLICH IST.

## Green IT Konzept

# GreenITown Hohen Neuendorf

---

4.4.2 Verantwortlichkeiten für das Thema Umweltschutz auch für Green IT.....	13
4.4.3 Struktur und Datenablagenystem per IT-Struktur.....	13
4.4.4 Richtlinien zum Umgang mit der IT.....	14
4.4.5 Verfestigung der Maßnahmen und kontinuierliche Umsetzung.....	14
5 Zusammenfassung der Maßnahmen.....	14

---

BITTE PRÜFEN SIE DER UMWELT ZULIEBE,  OB DER AUSDRUCK DIESES BLATTS ERFORDERLICH IST.

## 1 Einleitung und Projektziel

Auch innerhalb von kommunalen IT-Infrastrukturen steigt der Energie- und Ressourcenverbrauch für Informations- und Kommunikationstechnik (IKT).

Im Projekt GreenITown der Deutsche Umwelthilfe e.V. und externer IT-Berater soll anhand von Modellkommunen eine kommunale Green-IT-Strategie entwickelt werden, welche sich auf ähnliche Kommunen anwenden lässt.

Die kaneo GmbH – green IT solutions ist beauftragt auf Grundlage der Anforderungen der Kommune Hohen Neuendorf eine kommunale Green-IT-Strategie zu erarbeiten, die sich auf ähnliche Anforderungen anderer vergleichbarer Kommunen übertragen lässt.

Aus der Strategie abgeleitete Maßnahmen sollen die Kommune Hohen Neuendorf bei einem energieeffizienteren Betrieb der IT-Infrastruktur unterstützen. Dadurch können benötigte Ressourcen für den Aufbau und den Betrieb der IT-Infrastruktur reduziert werden. Dies verbessert die Klimabilanz, die Wirtschaftlichkeit sowie den Verwaltungsaufwand für die IT-Verantwortlichen.

Die kaneo GmbH – green IT solutions begleitete und unterstützte die Kommune gemeinsam mit dem Projektteam der Deutschen Umwelthilfe bei der Bestandsaufnahme und Messungen und tauschte Empfehlungen und Umsetzungsmöglichkeiten während zwei gemeinsam durchgeführten Workshops vor Ort aus. Auf der Basis der Bestandsaufnahme und im Dialog mit Verantwortlichen der Stadtverwaltung wurden Handlungsstrategien und konkrete Maßnahmenvorschläge erarbeitet.

Weiterführende Details zu den Bestandteile einer Green IT sind im Rahmen des Gesamtprojekts von allen zuständigen Green IT Beratungsunternehmen in einer gemeinsamen Abhandlung beschrieben.

Im folgenden Konzept wird sowohl auf die Anforderungen einzelner Bestandteile einer Green IT, der passenden Anwendung für Hohen Neuendorf sowie auf bereits umgesetzte Maßnahmen durch die Kommune eingegangen.

## 2 Einsatz von Green IT

Unter dem Begriff Green IT wird der umwelt- und ressourcenschonende Einsatz von Informations- und Kommunikationstechniken verstanden. Während es bei Green in IT um Möglichkeiten und Technologien geht, den Ressourcen- und Energiebedarf innerhalb von Rechenzentren, Infrastrukturen und IKT-Endgeräten zu minimieren, bietet der Ansatz Green durch IT Lösungen an, durch den Einsatz von Ressourcen und Energie zu reduzieren. Green IT kann im Rechenzentrum, in Unternehmen und in der Verwaltung eingesetzt werden – im Grunde genommen überall wo IT für die Bereitstellung von Arbeitsumgebungen für Anwender eingesetzt wird.

Mit Unterstützung einer Software können durch Dokumentation und Auswertung die Auswahl der effizientesten Alternative unterstützt werden. In Hohen Neuendorf kann die Wahl der effizientesten Alternativen jedoch im Arbeitsalltag durch Schulungen und Informationen sichergestellt werden.

Durch die Nutzung einer Dokumentenmanagementsoftware lassen sich Ressourcen wie Strom, Papier, Drucker und Zubehör einsparen und zusätzlich geteilte Informationen, Arbeitsprozesse und Arbeitsergebnisse verbessern.



In der Gemeinde Hohen Neuendorf ist die Verwaltung jedoch durch Einhaltung von formalen Vorschriften in der freien Arbeitsmittelwahl eingeschränkt. Ein Projekt für die Einführung eines Dokumentenmanagementsystems ist bereits in Arbeit, aufgrund der Auflagen jedoch bislang weiterhin eine Herausforderung in der Umsetzung. Green by IT spielt in Hohen Neuendorf gegenwärtig eine untergeordnete Rolle.

Durch Green in IT jedoch sollen benötigten Ressourcen für den Aufbau und den Betrieb der IT-Infrastruktur reduziert werden. Dies verbessert die Klimabilanz, die Wirtschaftlichkeit sowie die Verwaltung der IT-Verantwortlichen IT-Infrastruktur.

## 3 Mittelfristige Maßnahmen

Die Planung und Umsetzung von Maßnahmen der Green IT-Strategie soll zielgerichtet und sinnvoll erfolgen. Eine Unterteilung in mittelfristige und langfristige Maßnahmen berücksichtigt zudem die Abwägung zwischen Realisierbarkeit und Erreichung von Einsparungen.

### 3.1 Dokumentation der IT-Infrastruktur

Für die Bewertung einer bestehenden IT-Infrastruktur ist es zunächst notwendig, dass ein umfassender Überblick ermöglicht wird. Eine umfassende Dokumentation der bestehenden IT-Struktur sowie ein detaillierter Netzwerkplan sind hierfür erforderlich.

In Hohen Neuendorf existiert ein Netzwerkplan der bestehenden Serverstruktur, welcher die Server, Switches, Telefonanlage, Unterverteilungen und USV enthält. Auf diesem Plan sind außerdem die Netzwerkverbindungen inkl. Größenordnung der Datenübertragungsraten angegeben. (Dokument: *Netzwerkplanung HN Blade V2.pdf*)

Es existiert außerdem eine Serverliste, in der die vorhandenen physischen Server, virtueller Server inkl. Ausstattung der Festplatten und Anzahl der CPU sowie die darauf bereitgestellten Anwendungen. (Dokument: *Serverliste.xlsx*)

Außerdem existiert eine Auflistung der installierten Software für die Fachanwendungen, die in der Verwaltung der Gemeinde Hohen Neuendorf installiert wurden. Hier sind auch Angaben zu Einsatzzweck, dafür verwendet Datenbanken, enthaltene Module, Schnittstellen zu anderen Programmen sowie die Bereitstellung der Dienste aufgeführt. (Dokument: *Softwareauflistung HN.xlsx*.)

Zudem wurde ein Druckerkonzept im Jahr 2010 erarbeitet und dokumentiert. (Dokumente: *Druckerkonzept Satdt Hohen Neuendorf 5.pdf; DR Standorte Rathaus Bauamt.pdf; Kostengegenüberstellung Laserdrucker.doc*)

Um einen umfassenden Blick über die Architektur der IT-Landschaft, die Konzeption und Interaktion von Servern und bereitgestellten Diensten zu erhalten, sollte der Netzwerkplan ergänzt werden um Serverhardware inkl. Ausstattung, Peripherie, logische Verknüpfungen und Dienste, die bereitgestellt werden. Außerdem sollten Netzwerkzonen und Adressbereiche in den Netzwerkplan aufgenommen werden. Dadurch ist es IT-Verantwortlichen möglich Kausalitäten, Synergien und Optimierungspotenziale zu erkennen, erfassen und daraus Maßnahmen abzuleiten. Ferner wird es hierdurch ermöglicht eine permanente agile Weiterentwicklung der IT-Infrastruktur zu planen und umzusetzen, ohne Anpassungen in einem gesamten Projekt umsetzen zu müssen. Dies erhöht den Lebenszyklus der IT-Struktur, optimiert Aufgaben der IT-Systeme und verbessert die Verwaltung der IT-Landschaft.



Optional kann außerdem die Zuordnung zu Standorten, Abteilungen und Bereichen im Netzwerkplan erfolgen. Hierdurch können IT-Ressourcen einzelnen Bereichen zugeordnet werden, noch besser auf die Anforderungen abgestimmt werden und Synergien erkannt werden.

### 3.2 Definition von Kennzahlen

Um eine Verbesserung der Klimabilanz und Senkung von Ressourcenverbräuche durch Minimierung von Hardware- und Energiebedarfe sowie einer dadurch bedingten Senkung der CO<sub>2</sub>Emission zu erzielen, muss zunächst ein Ist-Zustand erfasst werden. Anhand von Objektivität, Reliabilität und Validität schaffen die Messungen des Ist-Zustands den Ausgangspunkt für eine gesetzte Optimierung.

#### 3.2.1 Definition von Kennzahlen

Zunächst sollen Kennzahlen, die erhoben werden sollen, festgelegt werden. Dabei soll sich die Definition an folgenden Fragen orientieren:

- Kennzahlen am eigenen Bedarf anpassen: Was soll sinnvollerweise gemessen werden?
- Messbarkeit berücksichtigen: Welche Zahlen lassen sich in der Praxis erheben?
- Gewichtung festlegen: Welche Kennzahlen sind sehr relevant, welche weniger?
- Zielsetzung definieren: Welche Größen sollen zu welchem Zeitpunkt erreicht werden?

Relevante Kennzahlen für die Kommune Hohen Neuendorf können solche für die folgenden Ressourcen sein:

Kühlungseffizienz:

Aussage über die Effizienz der Kühlung (PUE = Power usage effectiveness)

- gute Vergleichbarkeit, einfach messbar
- geringe Aussagekraft über das Gesamtkonzept der IT-Infrastruktur

Ressourceneffizienz:

CPU-Leistung und Disk-Ressourcen sowie Elektronikmüll und CO<sub>2</sub>-Fußabdruck

- gute Vergleichbarkeit bei gleichen Anwendungsprofilen
- fördert das Haushalten mit Ressourcen

Bezugsgröße "Anwenderstunde":

Setzen der tatsächlichen Arbeitsstunden der Anwender in Relation mit den IT-Ressourcen

- berücksichtigt Arbeitszeitmodelle wie Teilzeit und sogar Schichtarbeit
- begünstigt eine gute Arbeitsorganisation



Die Bezugsgröße „Anwenderstunde“ bietet sich für Hohen Neuendorf an, weil unterschiedliche Arbeitsplätze berücksichtigt werden können. Allgemeine Verbräuche, die für die Nutzung der Infrastruktur und Virtualisierung benötigt werden, können auf die Anwender anteilig angerechnet werden. Kennzahlen für die Nutzung von Diensten lassen sich ebenfalls einzeln erheben.

### 3.2.2 Erfassung von Kennzahlen

Nachdem die Kennzahlen definiert wurden, werden die Kennzahlen erfasst. Hierfür sollen geeignete Methoden verwendet werden, z.B. durch tatsächliche Messungen und Berechnungen, die dann sich dann entsprechend extrapolieren lassen.

- Erste Aufnahme des Ist-Zustands anhand der definierten Kennzahlen: Erfassen und überprüfen der theoretischen Daten
- Nachbesserungen der nach ersten Praxiserfahrungen: Justierung und Anpassung der Messmittel und Kennzahlen

Die IT-Verantwortlichen der Kommune Hohen Neuendorf haben eine Tabellenkalkulation von der kaneo GmbH - green IT solutions erhalten, welche bei der Erfassung und Berechnung von Kennzahlen unterstützen soll (Dokument: *Auswertung-Green-IT\_Beispiel.xlsx*)

#### Tabellenkalkulation zur Erfassung und Berechnung von Kennzahlen einer Green-IT-Strategie

Dienst	Bemerkung	Nutzungsstunden [1]	CPU-Nutzung [1]	RAM-Nutzung	Festplattenutzung [Gb]	Elektronikmüll-Anteil	CO2-Anteil	Energiebedarf-Anteil
Infrastruktur	Interne Verwendung	0	0	0	0	0	0	0
Virtualisierung	Interne Verwendung	0	6	64	4.000	0	0	0
Bauamt	exclusive Dienste	105	2	4	100	8	793	5
Einwohnermeldung	exclusive Dienste	120	2	8	70	7	644	5
Ordnungsamt	exclusive Dienste							

Abb.1: Auszug Tabellenkalkulation Auswertung Dienste Green IT - kaneo GmbH - green IT solutions

### 3.3 Ausbau und Erweiterung des Monitorings

Für eine energieeffiziente Green IT muss zunächst Kenntnis über den gegenwärtigen Verbrauch innerhalb der IT-Infrastruktur geschaffen werden. Es erfolgte als Teil des Starterkit eine technische Bestandsaufnahme für Server, Klimatisierung, Unterbrechungsfreie Stromversorgung, Arbeitsplatzcomputer, Monitore, Drucker und Netzwerkgeräte.

Der Stromverbrauch für den allgemeinen Betrieb der kommunalen Verwaltung (Beleuchtung, Wärme etc.) sollte getrennt für den Stromverbrauch, der explizit für den Betrieb der IT Infrastruktur benötigt wird, aus Sicherheitsaspekten sowie ökologischen Gründen getrennt voneinander erfasst werden.

Bei dem Neubau des neuen Rathauses sollte dies für die Verkabelung und die Messung bereits in der Planung berücksichtigt werden.



Die Auswahl der passenden Messstrategie und die daraus resultierenden Ergebnisse sind die Grundlage für die Dimensionierung und Optimierung der IT-Infrastruktur: Lastverteilungen können erkannt werden und Prozesse entsprechend angepasst werden. Hierfür müssen Messpunkte identifiziert werden, die im späteren Vorher-Nachher-Vergleich für die Bilanzierung geeignet sein können. Damit lässt sich der tatsächliche Erfolg der Green-IT-Maßnahmen bewerten.

### 3.3.1 Manuelle Messung an Arbeitsplätzen und Peripheriegeräten

Stromverbräuche von Geräten an PC-Arbeitsplätzen lassen sich manuell gut erfassen, z.B. mit einem Energy-Logger, den man im Handel erwerben kann. Die Mitarbeiter, welche die Messungen durchführen, sollten zunächst in die Messmethode eingeführt werden. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass die Handhabung unkompliziert ist und eine Auswertung vergleichbar und dokumentiert erfolgt, sodass sich die Ergebnisse anschließend zielführend verwenden lassen.

Die vorhandene IT Infrastruktur sollte zunächst anhand aktueller Inventarlisten erfasst werden. Geräte wie Server, Drucker, PCs, Monitore etc. wurden in Geräteklassen unterteilt. Geräte und deren Verbräuche wurden exemplarisch an einigen Geräten mit einem Energy-Logger gemessen, die Ergebnisse der Messungen lassen sich anschließend auf die anderen Geräte extrapoliieren.

Für die Klimaanlage existiert eine separate Messung der Verbräuche. Hierdurch lassen sich Stromverbräuche, Verbrauchsmuster und Spitzen erkennen. Die Auslastung der Klimaanlage ist auf einem durchschnittlichen Niveau.

Neben diesen Geräteklassen lassen sich ebenfalls Funktionsklassen erstellen: Der Stromverbrauch typischer Arbeitsplätze aus den Bereichen Gewerbeamt, Standesamt, Bauamt, Einwohnermeldeamt usw. können gemessen und die Ergebnisse dann ebenfalls auf Arbeitsplätze aus den Bereichen extrapoliert werden. Hierdurch lassen sich auch genutzte Anwendungen zu benötigten Rechenkapazitäten zuordnen.

### 3.3.2 Kontinuierliche Messung an Servern und Peripheriegeräten

Stromverbräuche von Servern und deren Peripheriegeräte lassen sich am Besten durch ein professionelles Monitoring erfassen, analysieren und bewerten. In diesem Monitoring werden neben Auslastung der Server, Lastspitzen, und Energieverbräuche einzelner Prozesse auch der benötigte Speicherplatz aufgezeichnet. Um wiederkehrende Lastspitze zu erkennen und von Ausreißern unterscheiden zu können, sollte das Monitoring über einen Zeitraum von 2 Monaten laufen. Je nach Ausstattung der Server lassen sich auch eine kontinuierliche Temperaturmessung der Server ins Monitoring aufnehmen (vgl. dazu Rechenzentrumsinfrastruktur, Punkt 4.2.3)

Neben den aufgezeichneten Werten erfolgt in der Regel zusätzlich eine grafische Auswertung im Monitoring. Sowohl eine Überdimensionierung als auch eine Unterdimensionierung der Serverlandschaft kann dadurch vermieden werden. Verbräuche, Auslastungen und rechenintensive Prozesse lassen sich mit Hilfe des Monitorings professionell erfassen und gemeinsam einem (Green) IT-Experten analysieren. Die Messergebnisse sind die Grundlage für die Maßnahmen zur Dimensionierung einer effizienten und grünen IT-Infrastruktur.

Es empfiehlt sich das installierte Monitoringsystem auch nach der initialen Messung der IT-Infrastruktur weiterhin zu nutzen, um eine kontinuierliche Messung zu erhalten, als Teil des Green-IT-Gesamtkonzepts der Kommune Hohen Neuendorf.



Auswertung eines Monitoringsystems mit Beispielen eines unterdimensionierten Servers und eines überdimensionierten Servers

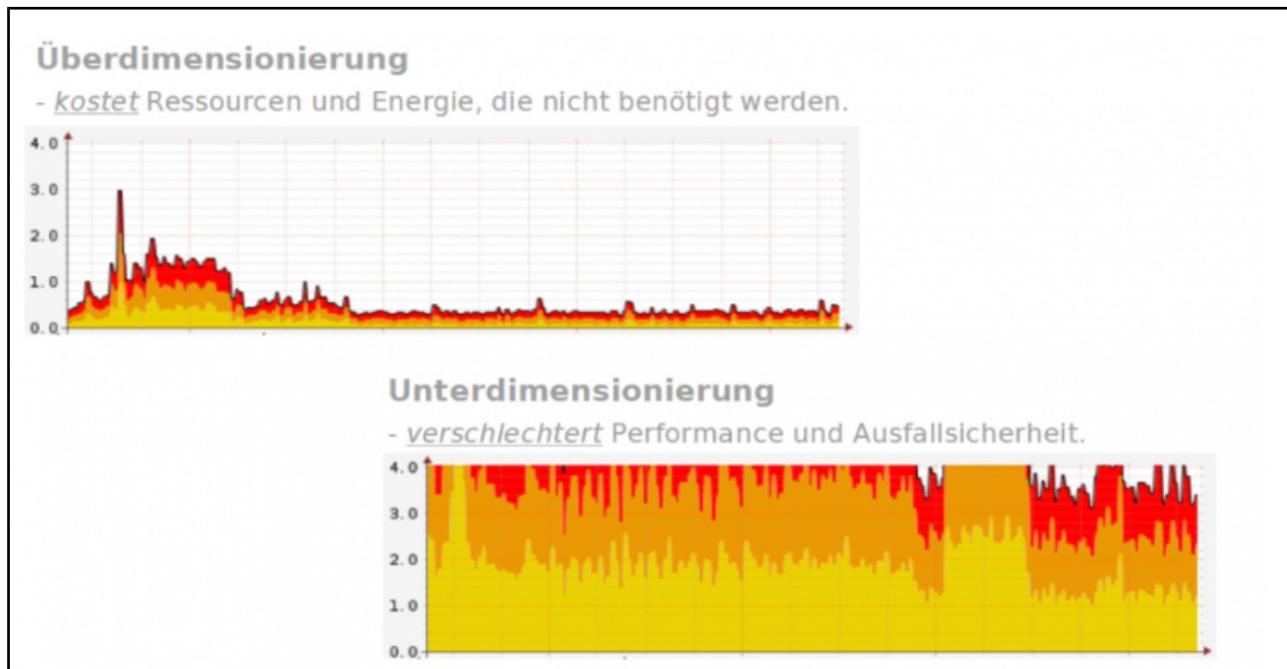


Abb.2: Auszug Monitoringsystem - kaneo GmbH - green IT solutions

### 3.4 Optimierung der IT-Infrastruktur

#### 3.4.1 Virtualisierung und Konsolidierung von Servern

Um sowohl ökologische als auch ökonomische Aufwände für den IT-Betrieb zu senken, können Hardware, Stromverbräuche für den Betrieb und die Kühlung minimiert werden.

Durch Virtualisierung von Servern können Ressourcen konsolidiert und Synergien genutzt werden. Dies erhöht zudem die Ausfallsicherheit, die Wartbarkeit und die Kosten für den Betrieb der IT.

In Hohen Neuendorf existieren bereits 51x virtualisierte Server, 20x Systeme existieren noch als physische Hardware. Auch diese Server können virtualisiert werden um den Ressourcenverbrauch zu senken und die Ausfallsicherheit und Qualität der IT-Systeme zu erhöhen. Hierfür sollten die bereit gestellten Dienste nach Relevanz und Verfügbarkeit bewertet werden und anschließend in ein ganzheitliches Virtualisierungskonzept aufgenommen werden.

Die Kommune profitiert durch die Verfolgung weiterer Virtualisierung von folgenden Vorteilen:

- Erhöhung der Ausfallsicherheit durch Unabhängigkeit von Hardware
- Vereinfachung von Replikationen von Servern und Erhöhung der Verfügbarkeit der Systeme
- Standardisierung von Verwaltung und Aktualisierung (Updates) von Servern
- Minimierung von Zeitaufwänden für die Einrichtung eines neuen Servers
- Vereinfachter Umzug von physischen Servern auf virtuelle Server



### 3.4.2 Optimierung von Tasks und Systemprozessen

Um die IT-Systeme der Kommune effizient zu nutzen und die Last der Systeme ideal zu verteilen, sollten regelmäßig ablaufende Prozesse -wie tägliche Backup-Prozesse, Replikations- und Datenintegrationsabgleiche zur Überprüfung von Daten auf Kongruenz und Validität- optimiert und aufeinander abgestimmt werden. Dadurch können Stromverbräuche während des Betriebs gesenkt werden, Hardware kann schlanker dimensioniert werden und Lastspitzen können abgefangen werden.

### 3.4.3 Bewertung der Datenstrukturen

Die überwiegende Nutzung der IT-Dienste bezieht sich auf das die Nutzung des E-Mail Programms, das Verfassen von Texten sowie die Verwendung der Tabellenkalkulation. Hinzu kommt die Nutzung spezifischer Dienste wie Fachanwendungen und Spezialsoftware (Haushaltsprogramm, Ratsinformationssystem, Feuerwehrverwaltungsprogramm, Gebührenkasse, Bibliothekssoftware, Grafikprogramme, Kartenbearbeitung, Ausleihprogramm).

Ursächlich für das Betreiben für IKT-Systemen ist die Verarbeitung von elektronischen Daten. Die Bereitstellung, Verarbeitung, Speicherung und Sicherung von Datensätzen erfordert immer mehr Rechenkapazitäten, deren Volumen stetig ansteigt. Daher ist ein strukturierter Umgang mit Daten förderlich für eine strukturierte und hochwertige Arbeitsweise und senkt gleichzeitig benötigte IT-Ressourcen.

### 3.4.4 Abschalten von Geräten

Eine wirkungsvolle Methode, um Stromverbräuche zu senken, ist das konsequente Abschalten von Geräten, die nicht benötigt werden. Dies umfasst zum einen Geräte, die komplett aus dem Betrieb genommen werden können, als auch Geräte die nicht 24 Stunden täglich an 365 Tage im Jahr dauerhaft verfügbar sein müssen.

Hohen Neuendorf hat bereits viele Drucker im Rahmen eines Druckerkonzepts (Dokument: DR Standorte Rathaus Bauamt.pdf) bereits von 63 Drucker insgesamt 40 Druckergeräte reduziert, sodass nur noch 23x Geräte im Betrieb sind.

Netzwerkkomponenten wie Switche und W-LAN können hingehen außerhalb der Geschäftszeiten abgeschaltet werden. Dies kann mittels Zutrittskontrolle gesteuert werden oder durch Zeitschaltuhren.

Die Abschaltung einzelner Dienste außerhalb der Geschäftszeiten stellt für die Kommune keine praktische Handhabung im Vergleich von Verwaltungsaufwand der IT-Verantwortlichen und Energieaufwand für den Serverbetrieb dar.

Das Anbringen von Steckerleisten an den Schreibtischen zum Abschalten des gesamten Arbeitsplatzes wird als Option nicht ausgeschlossen. Dies muss jedoch im Einklang des derzeitigen Updatemanagements stehen. Der Einsatz von Computern und dazugehöriger Peripherie wird statt des Einsatzes von Power over Ethernet (PoE) empfohlen, da sich hierdurch einzelne Arbeitsplätze ausschalten lassen nicht durch das Ethernet-Kabel mit Strom versorgt werden.



## 4 Langfristige Maßnahmen

Um auch langfristig und nachhaltig Ressourcen in der IT-Infrastruktur zu minimieren, sollten Maßnahmen wie Dimensionierung, Aufbau der Rechenzentrumsinfrastruktur, Beschaffung und Lifecycle Management sowie Motivation und Richtlinien für Mitarbeiter in der eigenen Green-IT-Strategie berücksichtigt werden.

### 4.1 2. Dimensionierung der IT-Infrastruktur

Damit die Kommune Hohen Neuendorf auch langfristig die Klimabilanz ihrer IT-Landschaft verbessert und Energie, Hardware und CO<sub>2</sub>-Emissionen minimiert, soll ein umfassendes effizientes und schlank dimensioniertes IT-Konzept erstellt werden.

#### 4.1.1 Anpassung der Hardware an Anforderungen der Dienste

Viele Server, die in Rechenzentren in Betrieb genommenen sind, werden nicht benötigt. Rund ein Drittel der weltweiten Server werden zwar mit Strom versorgt, benötigen jedoch keine Last und unterstützen keinen Datenverkehr. Auch für Server, die in kleineren Infrastrukturen betrieben werden, lässt sich feststellen dass diese überdimensioniert sind und nicht die dafür ausgelegte Last benötigt wird. Um Ressourcen effizient zu nutzen, sollte sich die Hardware immer nach den Anforderungen der verwendeten Anwendungen anpassen. Um Lastspitzen aufzufangen wird eine zweifache Dimensionierung empfohlen.

#### 4.1.2 Ausfallsicherheit und benötigte Redundanz überprüfen

Selbstverständlich sollen die IT-Systeme der Verwaltung eine hohe Verlässlichkeit, Arbeitsqualität und auch Ausfallsicherheit aufweisen. Hierfür werden redundante Systeme, als zusätzliche technische Ressourcen als Reserve, vorgesehen. Relevant für die Entscheidung, ob ein System oder Dienste redundant zur Verfügung gestellt werden sollen, ist eine Bewertung der Auswirkungen auf den (IT-) Betrieb, sollte ein Dienst für einen gewissen Zeitraum nicht zur Verfügung stehen.

Für die Bewertung kann eine systematische Analyse z.B. FMEA (Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse) zur Unterstützung verwendet werden.

#### Systematische Bewertung von Fehlern, deren Auswirkungen und Vermeidung mittels FMEA

FMEA		FEHLER-MÖGLICHKEITS- UND EINFLUSS-ANALYSE						Produktname		Produkt-Nummer						
		Modell/System/Fertigung		Techn. Änderungsstand												
System- element / Funktion	Mögliche Fehlerfolgen	Bedeutung	Möglicher Fehler / Fehlfunktion	Mögliche Fehlerursachen	Vermeldungsmaßnah- men	Auftreten	Entdeckungs- maßnahmen	RPZ Risikopräzis- zität	Empfohlene Abstell- maßnahmen	Verant- wortlichkeit / Termin	Getroffene Maßnahmen	Bedeutung	Auftreten	Entdeckung	RPZ Risikopräzis- zität	
<b>1</b>																
<b>1.1</b>																
<i>Funktion</i>																
	Totalausfall	10	Datenbank nicht verfügbar	Daten nicht lesbar Konfiguration fehlerhaft	keine Basis-test	4 keine	8 400	320 realitätsnahe Tests					10	4	3	120
		10		Dienst abgestürzt	keine	4 keine	8 320	Monitoring d. Dienste								
		10		Daten korrupt	keine	2 Backup	4 80	Integritätsprüfung								
		10					0 0									
		10					0 0									

Abb.3: Auszug FMEA - kaneo GmbH - green IT solutions



#### 4.1.3 Skalierbarkeit der Hardware bei der Beschaffung berücksichtigen.

Bereits bei der Beschaffung von Hardware sollte auch hier die Dimensionierung berücksichtigt werden. Insbesondere Server-Hardware sollte möglichst modular und skalierbar sein, sodass ein späteres Aufrüsten, bei veränderten Anforderungen, möglich ist. Ein weiterer Vorteil von modularer Hardware ist, dass sich einzelne Komponenten ausschalten lassen.

#### 4.1.4 Kühlung der Server an Dimensionierung anpassen

Auch für die Kühlung der Server ist die Dimensionierung der IT-Landschaft relevant und sollte an diese angepasst werden. Je schlanker die IT-Infrastruktur aufgesetzt ist, umso weniger Rechenkapazität wird benötigt. Das wiederum reduziert den Energiebedarf und die daraus resultierende Wärmeentwicklung. Je weniger Wärme entsteht, desto geringer sind die benötigten Kapazitäten für eine Kühlung der Server. Entscheidend ist also, dass bereits das Design der gesamten IT-Architektur ressourceneffizient konzipiert ist. Wenn mehr Rechenkapazität erforderlich sind, wird eine effiziente Kühlung benötigt.

### 4.2 3. Rechenzentrumsinfrastruktur

Rechenzentren benötigen in der Regel einen hohen Energieverbrauch. Dieser wirkt sich negativ auf die Klimabilanz der Kommune Hohen Neuendorf aus. Gleichzeitig ist der Energieaufwand ein wirtschaftlicher Faktor für die Kommune. Beides gilt es durch eine Green IT Rechenzentrumsinfrastruktur zu reduzieren.

Nach der Erfassung der Ergebnisse der Verbräuche für Prozessen, Dienste und Geräte, sollte zunächst die Frage geklärt werden, ob alle IT-Aufgaben obligatorisch im eigenen Rechenzentrum betrieben und vorgehalten werden müssen.

Für bedeutenden Daten wie das Backup bieten es sich an dieses in einem externen professionell betriebenen Rechenzentrum zu betreiben, welches bereits Green IT einsetzt. Die Auflagen an deutsche Rechenzentren bieten neben IT-Sicherheit, Ausfallsicherheit, Einhaltung des Bundesdatenschutzgesetz (BDSG) auch die benötigten Ressourcen und Kapazitäten die Aufrechterhaltung des Rechenzentrums. Für eine Kommune wie Hohen Neuendorf bildet es eine Herausforderung dieselben Voraussetzungen zu schaffen. Neben Serverhousing, der Unterbringung der eigenen Hardware sowie Netzanbindung im Rechenzentrum, kann ebenfalls ein virtuelles Serverhosting im Rechenzentrum genutzt werden, teilweise lassen sich hier sogar Betriebssysteme hosten, sodass man auch diese lediglich nach Bedarf abruft.

#### 4.2.1 Bereitstellung der Server

Nachdem das Konzept für eine richtige Dimensionierung die Grundlage für eine passende Serverstrukturen gelegt hat, soll eine passende Serverarchitektur aufgebaut werden.

Die Server sollten grundsätzlich räumlich an dem kühlstem Ort im Gebäude stehen, zum Beispiel im Keller des Rathauses. Es soll darauf geachtet werden, dass der Server nicht von Gegenständen oder Lagermaterialien zugestellt ist, sodass Luft frei zirkulieren kann.

Bei der Beschaffung (vgl. Beschaffung) von Servern soll, wie bei anderer IT-Hardware auch, u.a. die Energieeffizienz berücksichtigt werden. Diese Informationen können bei der Inventarisierung zusätzlich in der Dokumentation aufgenommen werden.



Das verbessert und vereinfacht die Bewertung der Hardware. Wie bei der sonstigen IT-Beschaffung kann auch hier eine Kriterien-Gewichtungsmatrix unterstützen. Eine vorherige Messung gibt Aufschluss über die tatsächlichen und die benötigten Rechenkapazitäten. Wie im Kapitel 1. Messen beschrieben, sollten Serverstrukturen aus Gründen der Performance, Sicherheit und Ökologie im kontinuierlichen Monitoring aufgenommen werden (vgl. auch Green by IT).

Für die Kommune Hohen Neuendorf empfiehlt sich der Einsatz von Blade-Servern. Dies sind mehrere kompakte, modulare Server, die aus mehreren Server-Chassis bestehen. Diese bestehen aus Prozessoren, Speicher, integrierten Netzwerkcontrollern, einem optionalen Host-Bus-Adapter für eine verbesserte Performance sowie weiterer Ein- und Ausgabeschnittstellen. Redundante Systemkomponenten werden von den Server-Chassis gemeinsam genutzt. Dies erhöht die Verfügbarkeit und minimiert den Energieaufwand für den Betrieb des Servers. Darüber hinaus benötigen Blade-Server einen geringeren Platzbedarf als einzelne Server. Es werden bereits Blade-Server in der Kommune Hohen Neuendorf eingesetzt.

Außerdem sollten moderne Prozessoren innerhalb der Server verbaut sein, diese haben in der Regel eine geringere Hitze-Produktion, sowie Stromsparmechanismen im Leerlauf und einen reduzierten Befehlssatz, sodass Rechenleistungen lediglich im Bedarf abgerufen werden. Dadurch lässt sich Rechenkapazität effizient nutzen und Energieaufwände minimieren. Auch bei der Auswahl von Netzteilen, Switches und Lüftern sollte bei der Neuanschaffung eine hohe Energieeffizienz berücksichtigt werden.

Die Verkabelung sollte ebenso passend dimensioniert werden: zu lange Kabel, welche Schächte und Racks bedecken, erzeugen einen Hitzestau der die Ausfallsicherheit der Server gefährdet. Durch passende Längen der einzelnen Patchkabel lassen sich ebenso Mehraufwände für die Kühlung des Servers minimieren.

#### 4.2.2 Kühlung der Server

Nachdem auch die Kühlung des Servers an die Dimensionierung der IT angepasst wurde, soll die Serverkühlung ebenfalls effizient umgesetzt und betrieben werden.

Um den Server vor Überhitzung zu schützen, sollte dieser gekühlt werden. Für die Ermittlung der tatsächlichen Temperatur bietet sich eine thermische Analyse des Serverraums an. Hier wird die Temperatur im Raum selbst z.B. manuell beispielsweise mittels Pyrometer messen.

Entscheidend ist jedoch die Temperatur, die an den Servern gemessen wird. Dies ist entweder durch eine kontinuierliche Temperaturmessung durch das Monitoringsystem möglich (vgl. 1.1.2.) oder kann manuell direkt am Server erfolgen, durch das Anbringen von Sensoren im oberen, mittigen und unteren Teil des Racks.

Entscheidender als eine niedrige Temperatur, ist eine konstante Temperatur im Serverschrank. Für den sicheren Betrieb eines Serversystems bzw. Rechenzentrums wird eine Temperatur von ca 26°C bis max. 30°C innerhalb des Serverschranks empfohlen. Liegt die Temperatur höher, muss eine Wärmeabfuhr durch eine effiziente Kühlung implementiert werden.

Serverkomponenten wie Umluftkühlgeräte, Kompressoren, Chiller, Rückkühler und Ventilatoren sollten passend aufeinander abgestimmt sein, sodass ein energieeffizienter Betrieb der Kühlung gewährleistet werden kann.



#### 4.2.3 Energieversorgung der Server

Eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) der Server schützt die Hardware vor Schäden durch Stromschwankungen und Spannungsspitzen durch gewöhnliche Schwankungen im Stromnetz oder durch Blitzschlag. Bei einem Stromausfall wird die Stromversorgung für die Server durch die Batterie der USV überbrückt und bei länger andauernder Stromunterbrechung ordnungsgemäß heruntergefahren. Dies verhindert Fehler am Datenträger und Schäden an der Funktionalität der Festplatten und kann den Lebenszyklus von Hardware verlängern. Sobald die Stromversorgung wiederhergestellt ist, lädt sich der Hochleistungs-Akku der USV automatisch wieder auf. Bei der Auswahl einer passenden USV muss zunächst der tatsächlich benötigte Energiebedarf ermittelt werden. Je nach Anforderung kann in drei Arten USV unterschieden werden: Standby- oder Offline-USV, Netzinteraktive USV und Online-USV.

Für die Kommune Hohen Neuendorf eignet sich netzinteraktive USV: Diese regeln kontinuierlich Netzausfall und kurzzeitige Spannungsspitzen, eine verzögerungsfreie Umschaltzeit sowie ein stufenförmiges Ausgangssignal ist gewährleistet. Der Wirkungsgrad liegt zwischen 95 und 98%.

### 4.3 Beschaffung, Lifecycle Management, Ressourcen und ReUse

#### 4.3.1 Ökologische IT-Beschaffung

Bei einer ökologische Beschaffung werden gezielt IT-Geräte bezogen, die keine schädlichen Auswirkungen auf die Umwelt haben. Hier existiert inzwischen eine Vielfalt an Kriterienlisten und Gütesiegeln.

#### Übersicht der Umweltzertifikate für IKT-Produkte für den IT-Beschaffungsprozess

Siegel	Blauer Engel	EU Ecolabel	TCO Certified	Epeat	Energy Star
<b>Website</b>	<a href="http://www.blauer-engel.de">www.blauer-engel.de</a>	<a href="http://www.eu-ecolabel.de">www.eu-ecolabel.de</a>	<a href="http://www.toodevelopment.de">www.toodevelopment.de</a>	<a href="http://www.epeat.net">www.epeat.net</a>	<a href="http://www.eu-energystar.org">www.eu-energystar.org</a>
<b>Produkte</b>	Arbeitsplatzcomputer, tragbare Computer, Bürogeräte mit Druckfunktion, Bildschirme, Tastaturen, Tonermodule	Arbeitsplatzcomputer, tragbare Computer	Arbeitsplatzcomputer, tragbare Computer, Bildschirme, Smartphones, Headsets, Beamter	Arbeitsplatzcomputer, tragbare Computer, Bürogeräte mit Druckfunktion, Bildschirme	Arbeitsplatzcomputer, tragbare Computer, Bürogeräte mit Druckfunktion, Bildschirme, Frankiermaschinen, Faxgeräte
<b>Vergabe</b>	RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung	RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung	TCO-Development	Green Electronics Council	Europäische Kommission
<b>Energieeffizienz</b>	über Energy Star hinaus	mind. Energy Star	mind. Energy Star	mind. Energy Star	✓
<b>Ergonomie</b>	✓			✓	
<b>Elektromagn. Strahlung</b>		✓		✓	
<b>Geräuschemissionen</b>	✓	✓		✓	
<b>Schadstoffemissionen</b>	✓	✓	✓	✓	
<b>Gefährliche Stoffe</b>	✓	✓	✓	✓	
<b>Recyclingfähigkeit</b>	✓	✓	✓	✓	
<b>Verwendung von Recyclingpapier</b>	✓		✓	✓	
<b>Ersatzteillieferung</b>	5 Jahre	3 Jahre	3 Jahre	3 Jahre	
<b>ILO-Kernarbeitsnormen</b>				✓	
<b>Umweltmanagement</b>			ISO 14001 / EMAS	ISO 14001 u. a.	
<b>Siegelnehmer</b>	noch nicht für Flachbildschirme, tragbare Computer	noch keine		✓	✓
<b>Siegelart</b>	Umweltsiegel	Umweltsiegel	Umweltsiegel mit Sozialstandards	Umweltsiegel	Energiesiegel

Abb.4: Umweltzertifikate im Beschaffungsprozess - Auszug Leitfaden kaneo GmbH - green IT solutions



Geprüft werden kann dabei, ob die Produktion der IT-Geräte energieeffizient erfolgt, ob die Produkte recyclingfähig sind und ob eine Reduzierung von Schadstoffen seitens des Herstellers vorgenommen wurde. Auch eine Verminderung des Verpackungsumfangs sind Faktoren für eine umweltverträgliche Beschaffung. Weiterhin sollte darauf geachtet werden, ob sich einzelne Komponenten mit einem höheren Verschleiß wie z.B. Festplatten, austauschen lassen. Server sollte so ausgestattet sein, dass sie bei der Beschaffung passend dimensioniert jedoch aufrüstbar und erweiterbar sind.

#### 4.3.2 Lifecycle Management

Eine professionelle IT-Hardware im Clientbereich kann in der Regel fünf bis sieben Jahre verwendet werden, statt der durchschnittlichen verwendeten zwei Jahre. Bevor neue Hardware beschafft wird, sollte geprüft werden, ob sich die Anforderung von beispielsweise einer Aufstockung des Arbeitsplatzes ausschließlich durch eine Neuanschaffung realisieren lässt oder ob eine Aufrüstung mit gebrauchter Hardware möglich ist. Einfache Officeanwendungen benötigen weniger Rechenleistungen und können auch mit älterer Hardware stabil und anwenderfreundlich realisiert werden. Im Serverbereich können durch eine modulare Bauweise einzelner Komponenten ausgetauscht werden. Dadurch können Ressourcen und Kosten sparsam eingesetzt werden.

Eine qualitätsgesicherte Überholung und Instandsetzung von IT-Geräten wird als Refurbishing bezeichnet. Monitore, Drucker, Kopiergeräte, Toner- und Tintenkartuschen, aber auch Software wird zum Zweck der Wieder- und Weiterverwendung aufbereitet und vermarktet. Durch die Verlängerung des Lebenszyklus lassen sich Investitionen für Neuanschaffungen verringern, die Anhäufung von Elektronikabfall zumindest zeitlich aufschieben und es müssen weder erneut Ressourcen und andere Rohstoffe noch Energie für die Herstellung neuer IT-Produkte aufgewendet werden.

Der Lebenszyklus der Hardware sollte bereits im Beschaffungsprozess berücksichtigt werden sowie die Vorteile des Reuse genutzt werden. Dafür können Kriterien in einer Kriterien-Gewichtungsmatrix zusammen getragen als Grundlage für den IT-Beschaffungsprozess verwendet werden.

Kriterien-Gewichtungsmatrix als Grundlage für Kriterien im IT-Beschaffungsprozess

		geringer Stromverbrauch	Reparaturmöglichkeiten	Aufrüstungsmöglichkeit	ILO-Kernarbeitsnormen	Recyclingfähigkeit	geringe Strahlung	Weight
geringer Stromverbrauch	1	0	1	0	1			<b>8,3</b>
Reparaturmöglichkeiten	-1	1	1	0	1			<b>6,7</b>
Aufrüstungsmöglichkeit	0	-1	0	1	1			<b>3,3</b>
ILO-Kernarbeitsnormen	-1	-1	0	1	1			<b>1,7</b>
Recyclingfähigkeit	0	0	-1	-1	0			<b>1,7</b>
geringe Strahlung	-1	-1	-1	-1	0			<b>-1,7</b>

Abb.5: Auszug: Kriterien-Gewichtungsmatrix - ©kaneo GmbH - green IT solutions



Bislang sind ökologische Gütesiegel noch nicht Bestandteil der IT-Beschaffung in Hohen Neuendorf. Für die zukünftige IT-Beschaffung sollten neben Kriterien wie Leistungsfähigkeit, Qualität, Anwenderzufriedenheit auch die Bereiche Energieverbrauch, Recyclingfähigkeit, Geräuschemissionen, Schadstoffgehalte sowie Umweltanforderungen der Hersteller einbezogen werden.

## 4.4 Mitarbeiter Motivation und Richtlinien zur Einsparung am Arbeitsplatz

In einer Befragung der Verwaltungsmitarbeiter der Kommunen sahen die befragten Mitarbeiter von Hohen Neuendorf überwiegend Potentiale im eigenen Nutzerverhalten. Außerdem werden Einsparpotenziale darin gesehen Datenmengen zu reduzieren, nicht genutzte Programme zu entfernen, nicht genutzte Geräte abzuschalten und auf den Standby-Betrieb zu verzichten. Das Ausschalten der Rechner nach Feierabend stellt aus Sicht der Nutzer kein Problem dar. Fast die Hälfte der Befragten kennt keine weiteren Energiesparmaßnahmen am Arbeitsplatz, ein Drittel gab in der Befragung jedoch an keine Kapazität zu haben sich mit Energiesparmaßnahmen am Arbeitsplatz zu beschäftigen. Einige Mitarbeiter sehen jedoch noch weitere Möglichkeiten Energie während der Arbeit am PC zu reduzieren.

### 4.4.1 Kommunikation und Sensibilisierung der Anwender

Zunächst müssen die Anwender über den Zusammenhang ihres Arbeitens mit der IT und den negativen Auswirkungen auf die Umwelt aufgeklärt werden. Vielen ist der Einfluss der Digitalisierung auf Ressourcen wie Strom, Hardware und CO<sub>2</sub>Emission nicht bewusst. Im nächsten Schritt sollte die Motivation für die gewünschten Green IT-Ziele und geplanten IT-Maßnahmen kommuniziert werden an die Anwender. Dies sollte von der obersten Leitung der Kommune, dem Bürgermeister von Hohen Neuendorf, kommuniziert werden, um die Absicht und Motivation von Hohen Neuendorf glaubhaft zu vermitteln. Weiter sollten sämtlichen Führungskräften in der Verwaltung auferlegt werden ihre jeweiligen Teams bei der Umsetzung zu unterstützen, zu fordern und zu fördern. Hierzu gehört auch die Partizipation der Mitarbeit durch Einbindung in die Planung und Umsetzung von Maßnahmen sowie einem Ideenmanagement, was z.B. die besten Ideen mit einer Belohnung auslost. Teilweise kann es ebenso die Motivation erhöhen, wenn man einzelne Teams, also verschiedene Abteilungen der Verwaltung, gegeneinander um die höchste Einsparpotenziale antreten lässt.

### 4.4.2 Verantwortlichkeiten für das Thema Umweltschutz auch für Green IT

Der Klimaschutzbeauftragte der Kommune Hohen Neuendorf sollte weiterhin im engen Austausch mit der IT-Abteilung stehen, sodass Maßnahmen gut geplant und koordiniert werden können. Der Klimaschutzbeauftragte sollte überdies seine Position als Ansprechpartner für sämtliche Angelegenheiten den Klimaschutz betreffend weiter verstärken und ausbauen und auch die Anwender aktiv um Feedback und Unterstützung bitten. Dadurch kann ein Bewusstsein dafür geschaffen werden, dass die Verantwortung für die Organisation zwar beim Klimaschutzbeauftragten liegt, die Verantwortung für die Umsetzung von Maßnahmen und die Erreichung von Klimaschutzz Zielen jedoch bei jedem Einzelnen.

### 4.4.3 Struktur und Datenablagen system per IT-Struktur

Um zu vermeiden, dass Daten individuell und redundant abgelegt werden und somit das Datenvolumen für die Bereitstellung, Speicherung und Datensicherung stetig und unkontrolliert ansteigt, sollte dem Anwender bereits die vorgegebene Struktur von Laufwerken, Zugriffsrechten und Austauschmöglichkeiten vorliegen, sodass es Mitarbeitern leichter fällt sich in diese Struktur einzufinden.



#### 4.4.4 Richtlinien zum Umgang mit der IT

Für einen professionellen und effizienten Umgang mit den IT-Ressourcen sollten Richtlinien erstellt werden, die allen Mitarbeitern zugänglich gemacht werden. Wichtig hierbei ist, dass sich der ökologische Umgang in den Arbeitsalltag gut integrieren lässt und das sich diese Arbeitsweise in bestehende Arbeitsabläufe sinnvoll ergänzen lassen. Empfehlenswert sind hier das Verteilen von kleinen kurzweiligen Guidelines in Form eines „How-To“, die an jedem Arbeitsplatz liegen. Ziel dieser Guideline sollte sein, dass der Anwender generell in seiner Arbeit mit dem Computer unterstützt wird. Dadurch erfährt der Mitarbeiter einen Mehrwert und somit persönliche Motivation sich an diese Richtlinien zu halten.

#### 4.4.5 Verfestigung der Maßnahmen und kontinuierliche Umsetzung

Neben einer motivierten Anfangsphase ist insbesondere die Phase der Verfestigung der Maßnahmen wichtig für einen anhaltenden Erfolg und die Erreichung der gesetzten Ziele. Damit dies gelingt muss das Thema „Umweltschutz nun auch in der IT“ dauerhaft präsent sein. Ergebnisse, Erfolge, Maßnahmen, Ideen und auch Misserfolge sollten daher kontinuierlich kommuniziert werden, sodass die Mitarbeiter zum einen wissen, dass dieses Projekt noch immer aktiv ist und zum anderen die Ernsthaftigkeit hinter den Maßnahmen und Zielen erkennen und würdigen. Erfahrungen in umgesetzten Projekten haben gezeigt, dass Umweltmaßnahmen zudem gut geeignet sind, um zeitgleich die Mitarbeitermotivation zu erhöhen.

### 5 Zusammenfassung der Maßnahmen

Abschließend lässt sich zusammenfassen, dass die IT-Abteilung der Kommune Hohen Neuendorf bereits wichtige Schritte für eine Green-IT-Infrastruktur unternommen haben und bereits Maßnahmen zur Energieeinsparung im Bereich der IT umgesetzt haben bzw. weitere Maßnahmen zur Umsetzung prüft.

Darüber hinaus lassen sich weitere Potenziale erkennen in denen die Kommune sowohl ökologische als auch ökonomische Ressourcen einsparen kann:

- Optimierungen der Serverstruktur, Virtualisierung und Automatisierungen
- Erweiterung des Monitorings um ökologisch relevante Faktoren
- Definition von Kennzahlen für eine systematische Messung, Analyse und Bewertung
- Anpassung der Dimensionierung, Kühlung und Redundanz
- Verlängerung des Lebenszyklus von IT-Hardware und Green-IT-Beschaffung
- Einbeziehung der Anwender, Kommunikation und Sensibilisierung

