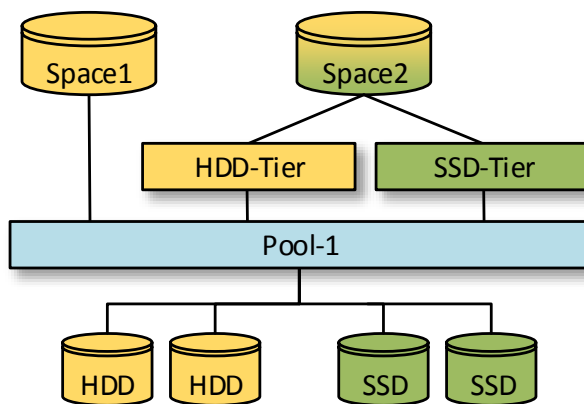


## Inhalt

1.	Einleitung und Theorie .....	1
2.	Speicherpools ohne SSD .....	3
3.	Erweiterung eines Speicherpools um zwei SSD-Datenträger.....	11
4.	Erweiterung eines Speicherpools um einen SSD-Datenträger .....	17
5.	Wirkung der Speicherebenen (nach einem Jahr Dauerbetrieb).....	21

## 1. Einleitung und Theorie

Windows Server 2012 R2 bringt Verbesserungen im Bereich der Speicherpools mit. Das System kann nun auch SSD-Festplatten und deren Performance bei der Datenablage berücksichtigen. Dafür wurden die Speicherebenen (Tiers) eingeführt. Diese werden auf der Ebene der virtuellen Datenträger definiert:



Die in der PowerShell sichtbaren Speicherebenen (Tiers) liegen zwischen den virtuellen Datenträgern (Spaces oder VDs) und dem Speicherpool.

Ein virtueller Datenträger kann über beiden Ebenen liegen und häufig verwendete Dateien bzw. Datenblöcke werden so automatisch auf der SSD abgelegt.

VDs ohne Speicherebenen greifen klassisch auf den Speicherpool zu.

Ein neuer Dienst analysiert durch eine Aufgabenplanung die Verwendung der Daten in einer virtuellen Festplatte und entscheidet dann, ob die Daten über die HDD-Ebene auf den normalen Festplatten oder über die SSD-Ebene auf den SSD-Festplatten abgelegt werden. Die Ablage ist dynamisch und wird regelmäßig angepasst und optimiert. Eine Datei kann dabei blockweise auf SSD und HDD verteilt werden:

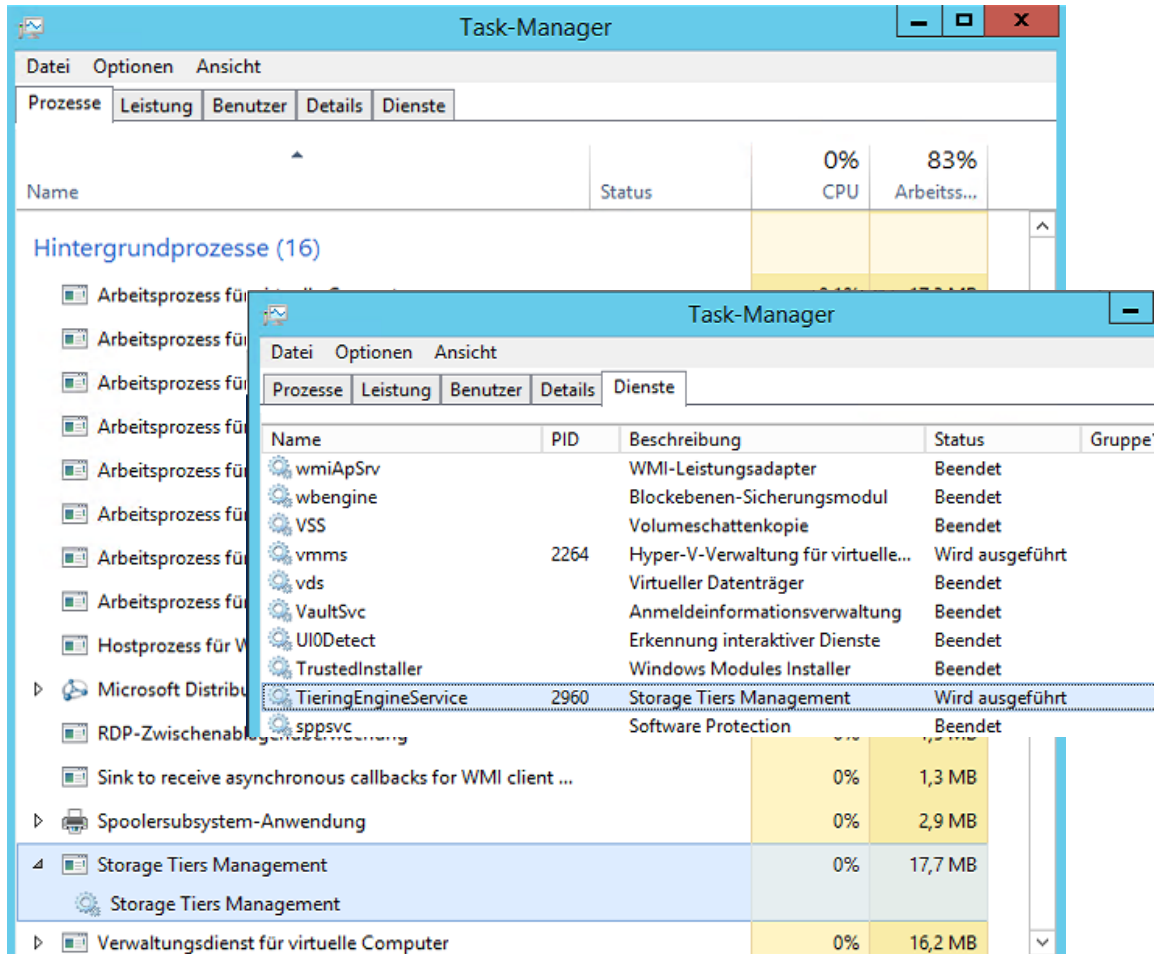
Name	Status	Trigger	Nächste Laufzeit	Letzte Laufzeit	Ergebnis der letzten Ausführung
Storage Tier...	Bereit	Benutzerdefinierter Auslöser		24.10.2013 12:05:19	Der Vorgang wurde erfolgreich beendet
Storage Tier...	Bereit	Jeden Tag um 01:00 Uhr	25.10.2013 01:00:00	24.10.2013 14:11:53	Der Vorgang wurde erfolgreich beendet

Allgemein	Trigger	Aktionen	Bedingungen	Einstellungen	Verlauf
Name:	Storage Tiers Optimization				
Speicherort:	\\Microsoft\Windows\Storage Tiers Management				
Autor:	Microsoft Corporation				
Beschreibung:	Optimiert die Verteilung der Daten in den Speicherstufen in allen mehrstufigen Speicherplätzen im System.				

Sicherheitsoptionen

Der Dienst verbraucht relativ wenige Ressourcen:



Name	Status	CPU	Arbeits...
Storage Tiers Management	Wird ausgeführt	0%	17,7 MB

Name	PID	Beschreibung	Status	Gruppe
wmiApSrv		WMI-Leistungsadapter	Beendet	
wbengine		Blockebenen-Sicherungsmodul	Beendet	
VSS		Volumeschattenkopie	Beendet	
vmms	2264	Hyper-V-Verwaltung für virtuelle...	Wird ausgeführt	
vds		Virtueller Datenträger	Beendet	
VaultSvc		Anmeldeinformationsverwaltung	Beendet	
UIODetect		Erkennung interaktiver Dienste	Beendet	
TrustedInstaller		Windows Modules Installer	Beendet	
TieringEngineService	2960	Storage Tiers Management	Wird ausgeführt	
sppsvc		Software Protection	Beendet	

Mit der PowerShell können

- die Speicherebenen sichtbar gemacht werden:

```
PS C:\> Get-StorageTier | ft FriendlyName,MediaType,Size -AutoSize
```

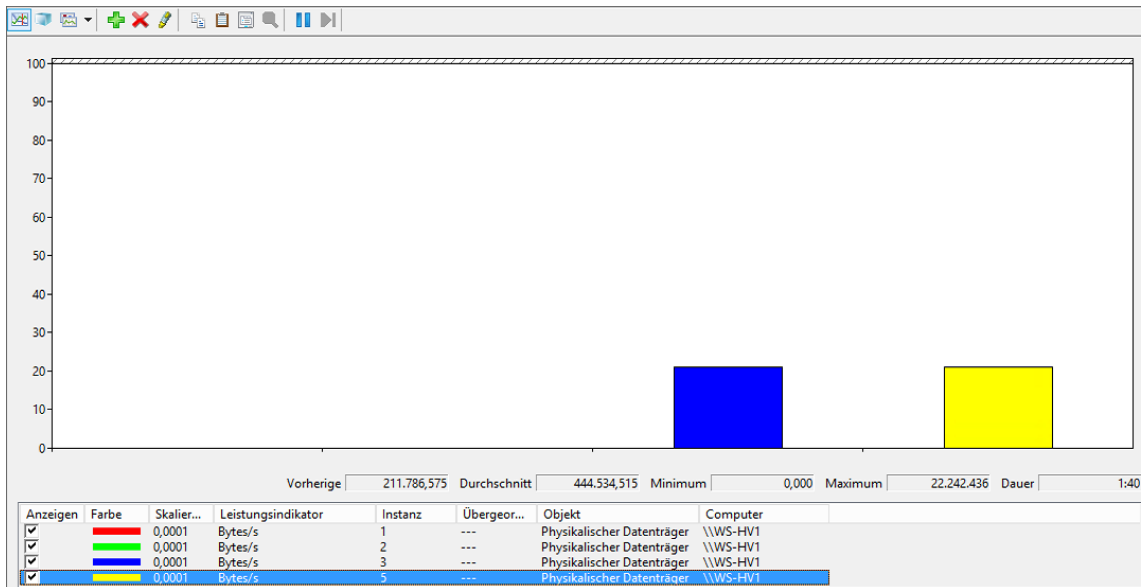
FriendlyName	MediaType	Size
Microsoft_HDD_Template	HDD	0
Microsoft_SSD_Template	SSD	0
VD1-SSD	SSD	117037858816
VD1-HDD	HDD	998579896320

- Dateien direkt in den Ebenen abgelegt werden:

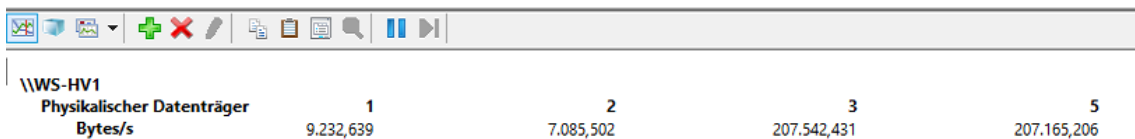
```
PS C:\> Set-FileStorageTier -FilePath V:\slow.dat -DesiredStorageTierFriendlyName VD1-HDD
PS C:\> Set-FileStorageTier -FilePath V:\fast.dat -DesiredStorageTierFriendlyName VD1-SSD
PS C:\> Get-FileStorageTier -VolumeDriveLetter V | ft -AutoSize
```

FilePath	DesiredStorageTierName	PlacementStatus	State
V:\slow.dat	VD1-HDD	Completely on tier	OK
V:\fast.dat	VD1-SSD	Partially on tier	Pending

In der Leistungsanzeige (perfmon) kann die Verwendung der unterschiedlichen Datenträger visualisiert werden (Die Datenträger 1 und 2 sind HDD-Datenträger, 3 und 5 sind SSDs (diese Infos zeigt u.a. der Servermanager in der Speicherpools-Ansicht an). aktuell werden die beiden SSDs wesentlich häufiger verwendet):



In diesem Bild sieht man die durchschnittliche Anzahl an Bytes/s der 4 Datenträger. Die Optimierung funktioniert:



## 2. Speicherpools ohne SSD

Aktuell sind keine der Festplatten Mitglied in einem Speicherpool. Zunächst nehme ich nur die langsamen HDDs in einen neuen Pool auf:

**SPEICHERPOOLS**  
Alle Speicherpools | 1 insgesamt

**Storage Spaces (1)**

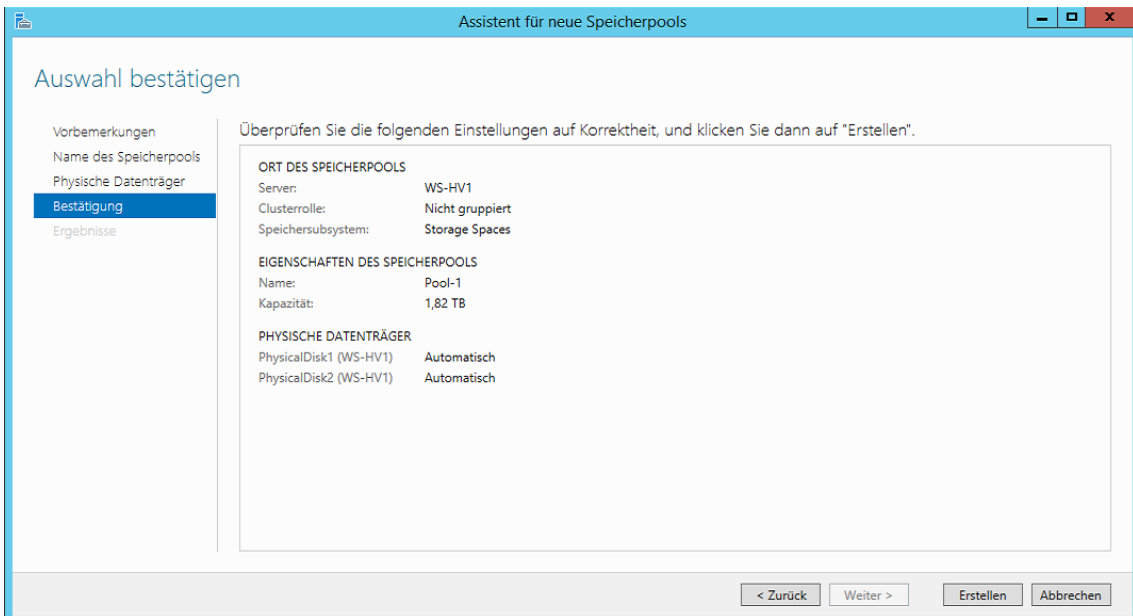
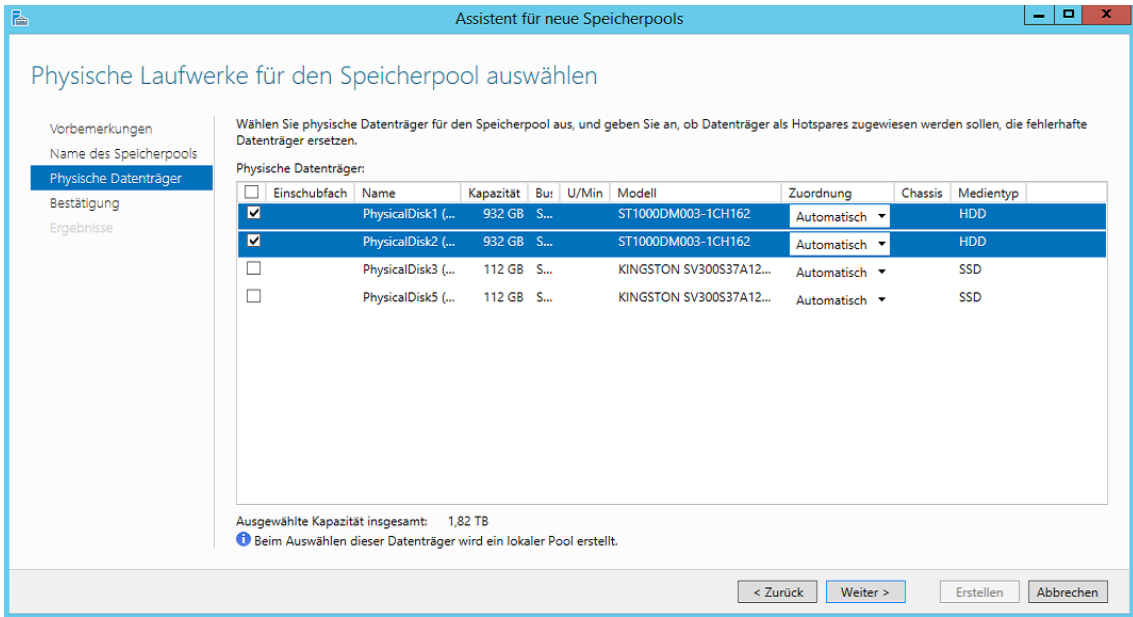
Name	Typ	Verwaltet von	Verfügbar für	Server mit Schreibzugriff	Kapazität	Freier Speicherplatz	Prozent
Primordial	Verfügbare Datenträger	WS-HV1	WS-HV1	WS-HV1			

Zuletzt aktualisiert am 24.10.2013 11:37:58

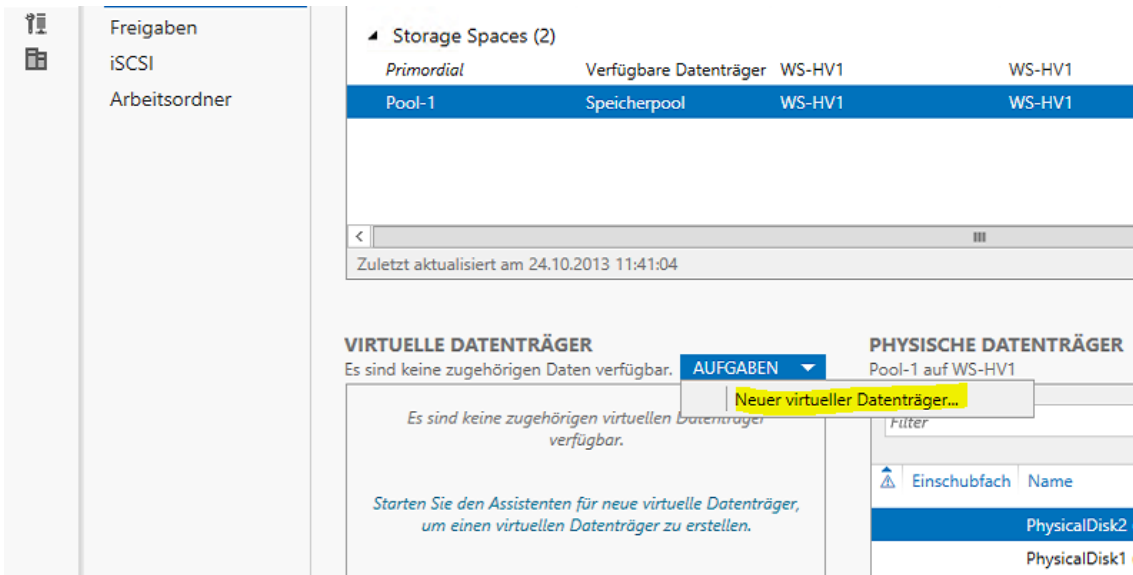
**VIRTUELLE DATENTRÄGER**  
Es sind keine zugehörigen Daten verfügbar.

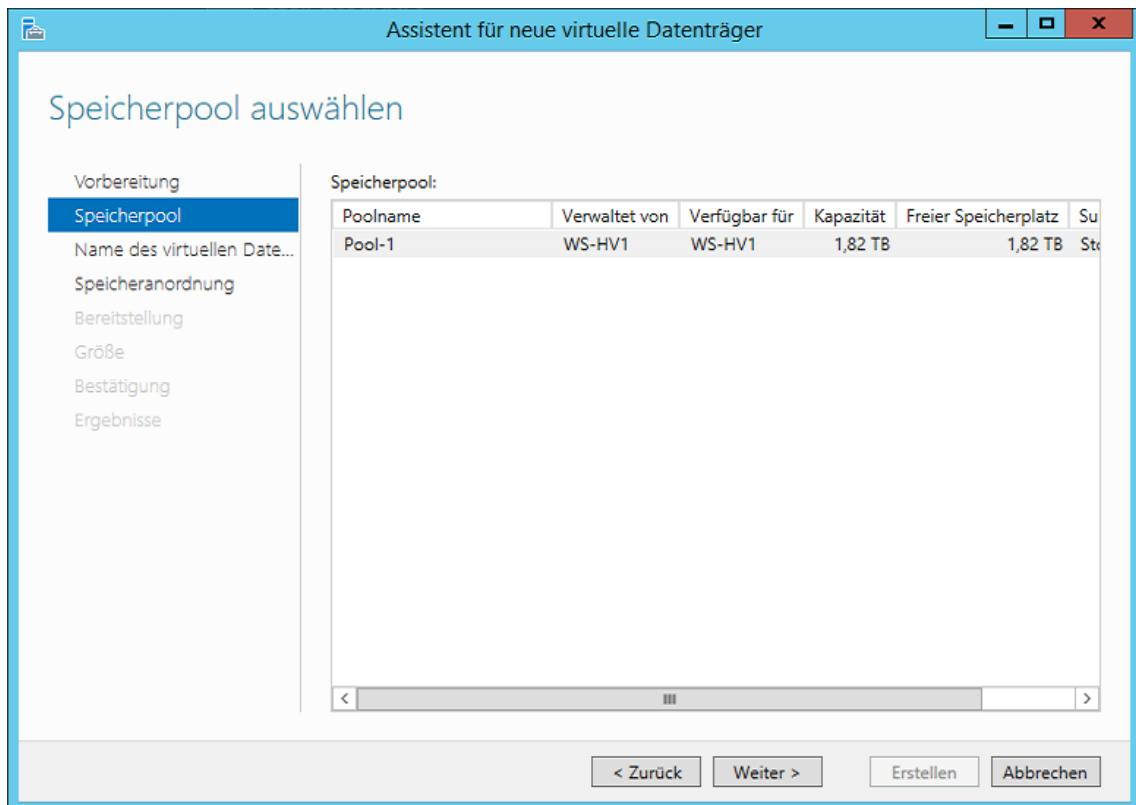
**PHYSISCHE DATENTRÄGER**  
Primordial auf WS-HV1

Einschubfach	Name	Status	Kapazität	Bus	Verwendung	Chassis	Medientyp
	PhysicalDisk1 (WS-HV1)		932 GB	SATA	Automatisch		HDD
	PhysicalDisk2 (WS-HV1)		112 GB	SATA	Automatisch		SSD
	PhysicalDisk3 (WS-HV1)		932 GB	SATA	Automatisch		HDD
	PhysicalDisk4 (WS-HV1)		112 GB	SATA	Automatisch		SSD

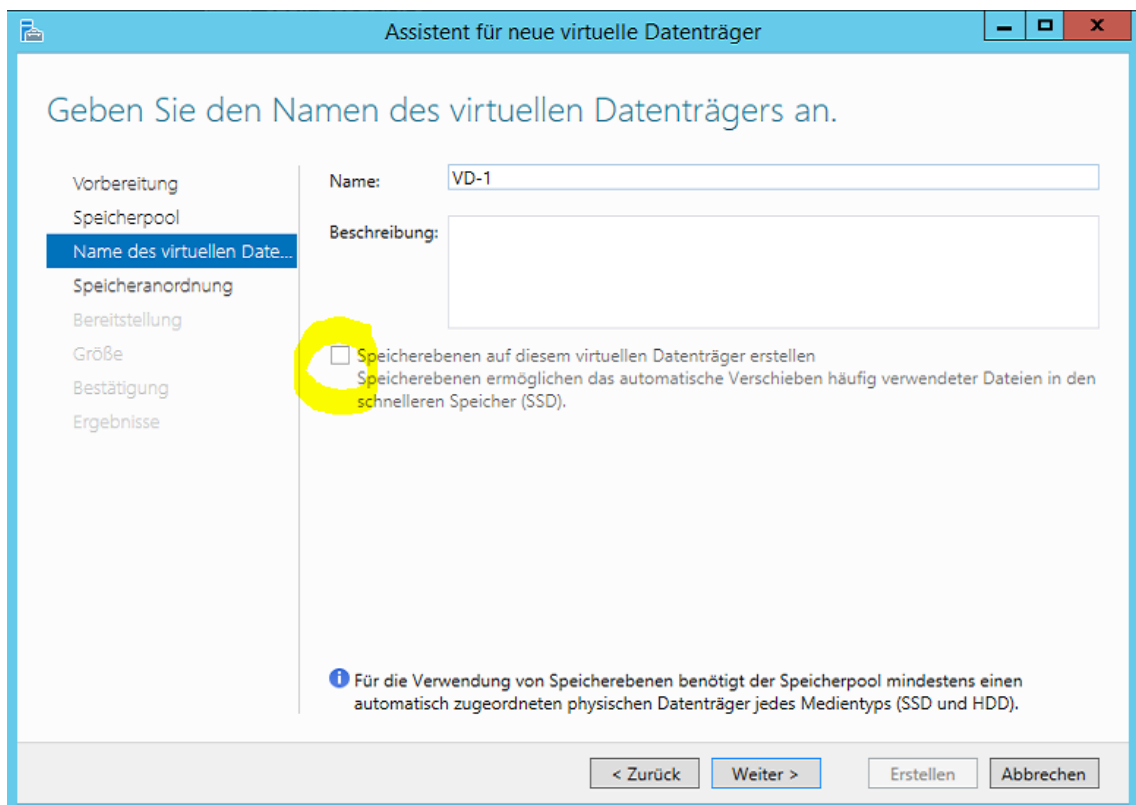


Auf dem neuen Speicherpool erstelle ich nun eine virtuelle Festplatte:

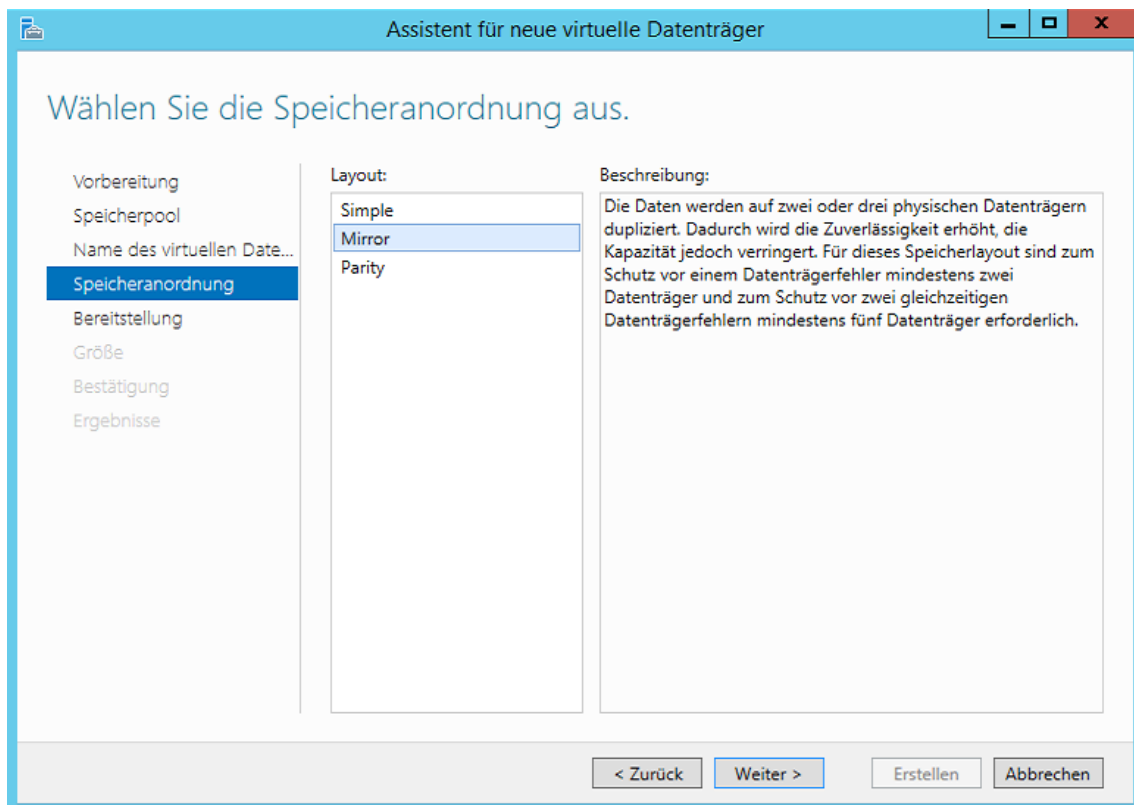




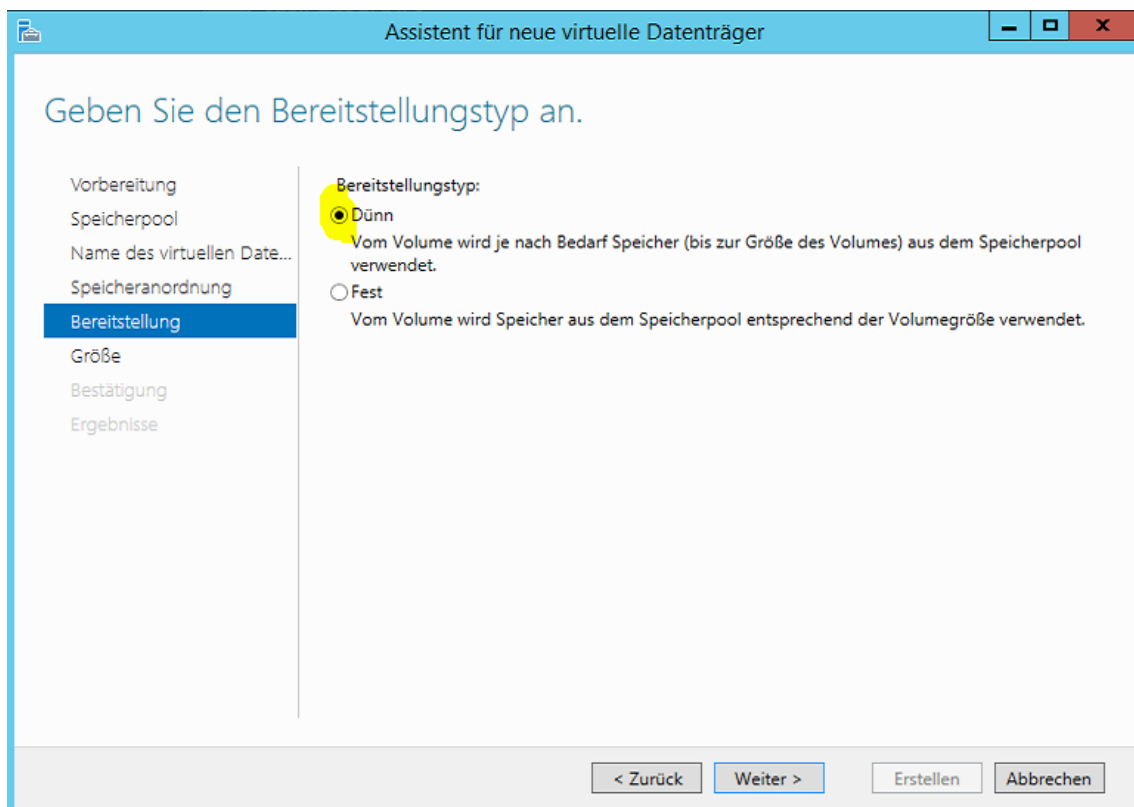
Da der Pool aktuell keine SSD-Festplatten umfasst, werden auch keine Speicherebenen in der Konfiguration angeboten. Generell gilt dies auch für reine SSD-Pools. Für die Ebenen werden Datenträger beider Medientypen benötigt.



Der virtuelle Datenträger soll in meinem Beispiel über beide HDDs gespiegelt werden:



Das Thin-Provisioning erlaubt die effiziente Ausnutzung des physikalisch vorhandenen Speicherplatzes, da hier der virtuelle Datenträger als Datei nur so groß ist wie sein Inhalt:



Assistent für neue virtuelle Datenträger

### Geben Sie die Größe des virtuellen Datenträgers an.

Vorbereitung  
Speicherpool  
Name des virtuellen Date...  
Speicheranordnung  
Bereitstellung  
**Größe**  
Bestätigung  
Ergebnisse

Größe angeben:  
  ▾

Maximale Größe

**i** Vom virtuellen Datenträger wird unter Umständen zusätzlicher Speicherplatz für die Erstellung eines Zurückschreibcaches benötigt.

< Zurück   Weiter >   Erstellen   Abbrechen

Assistent für neue virtuelle Datenträger

### Auswahl bestätigen

Vorbereitung  
Speicherpool  
Name des virtuellen Date...  
Speicheranordnung  
Bereitstellung  
**Größe**  
**Bestätigung**  
Ergebnisse

Überprüfen Sie die folgenden Einstellungen auf Korrektheit, und klicken Sie dann auf "Erstellen".

ORT DES VIRTUELLEN DATENTRÄGERS	
Server:	WS-HV1
Subsystem:	Storage Spaces
Speicherpoolname:	Pool-1
Status:	OK
Freier Speicherplatz:	1,82 TB

EIGENSCHAFTEN DES VIRTUELLEN DATENTRÄGERS	
Name:	VD-1
Speicherebenen:	Deaktiviert
Speicheranordnung:	Mirror
Bereitstellungstyp:	Dünn
Angeforderte Größe:	20,0 GB

< Zurück   Weiter >   Erstellen   Abbrechen

Abschließend wird der virtuelle Datenträger mit einem Volume partitioniert:

Assistent für neue Volumes

### Server und Datenträger auswählen

Vorbemerkungen  
**Server und Datenträger**  
 Größe  
 Laufwerkbuchstabe oder...  
 Dateisystemeinstellungen  
 Datendeduplizierung  
 Bestätigung  
 Ergebnisse

Server:

Bereitstellen für	Status	Clusterrolle	Ziel
WS-HV1	Online	Nicht gruppiert	Lokal

Aktualisieren Erneut überprüfen

Datenträger:

Datenträger	Virtueller Datenträger	Kapazität	Freier Speicherplatz	Subsystem
Datenträger "3"		112 GB	112 GB	
Datenträger "5"		112 GB	112 GB	
Datenträger "6"	VD-1	20,0 GB	19,9 GB	Storage Spaces

< Zurück Weiter > Erstellen Abbrechen

Assistent für neue Volumes

### Geben Sie die Größe des Volumes an.

Vorbemerkungen  
 Server und Datenträger  
**Größe**  
 Laufwerkbuchstabe oder...  
 Dateisystemeinstellungen  
 Datendeduplizierung  
 Bestätigung  
 Ergebnisse

Verfügbare Kapazität: 19,9 GB  
 Mindestgröße: 8,00 MB  
 Volumegröße:  GB

< Zurück Weiter > Erstellen Abbrechen



Assistent für neue Volumes

### Einem Laufwerksbuchstaben oder Ordner zuweisen

Vorbemerkungen  
Server und Datenträger  
Größe  
**Laufwerksbuchstabe oder...**  
Dateisystemeinstellungen  
Datenduplizierung  
Bestätigung  
Ergebnisse

Wählen Sie aus, ob das Volume einem Laufwerksbuchstaben oder einem Ordner zugewiesen werden soll. Wird ein Volume einem Ordner zugewiesen, wird das Volume als Ordner auf einem Laufwerk angezeigt. (Beispiel: "D:\Benutzerdaten").

Zuweisen zu:

Laufwerksbuchstabe:

Der folgende Ordner:

Keinem Laufwerksbuchstaben oder Ordner zuweisen

< Zurück   Weiter >   Erstellen   Abbrechen

Assistent für neue Volumes

### Dateisystemeinstellungen auswählen

Vorbemerkungen  
Server und Datenträger  
Größe  
Laufwerksbuchstabe oder...  
**Dateisystemeinstellungen**  
Datenduplizierung  
Bestätigung  
Ergebnisse

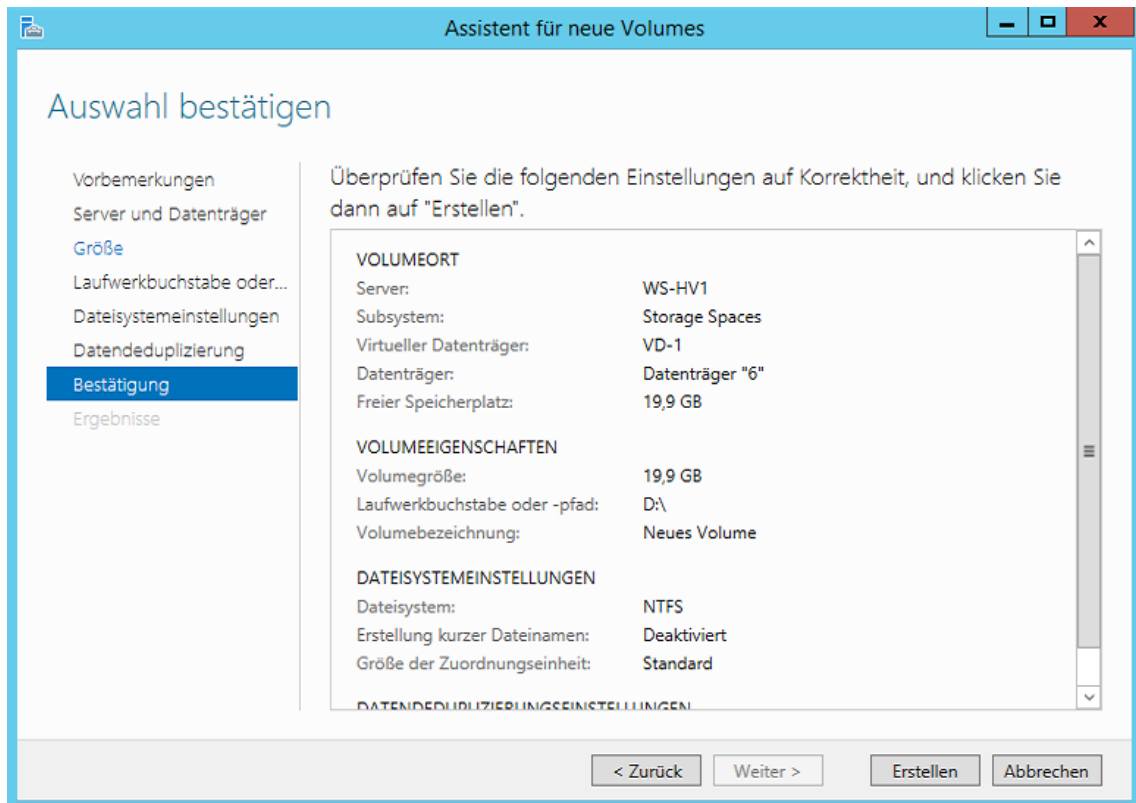
Dateisystem:

Größe der Zuordnungseinheit:

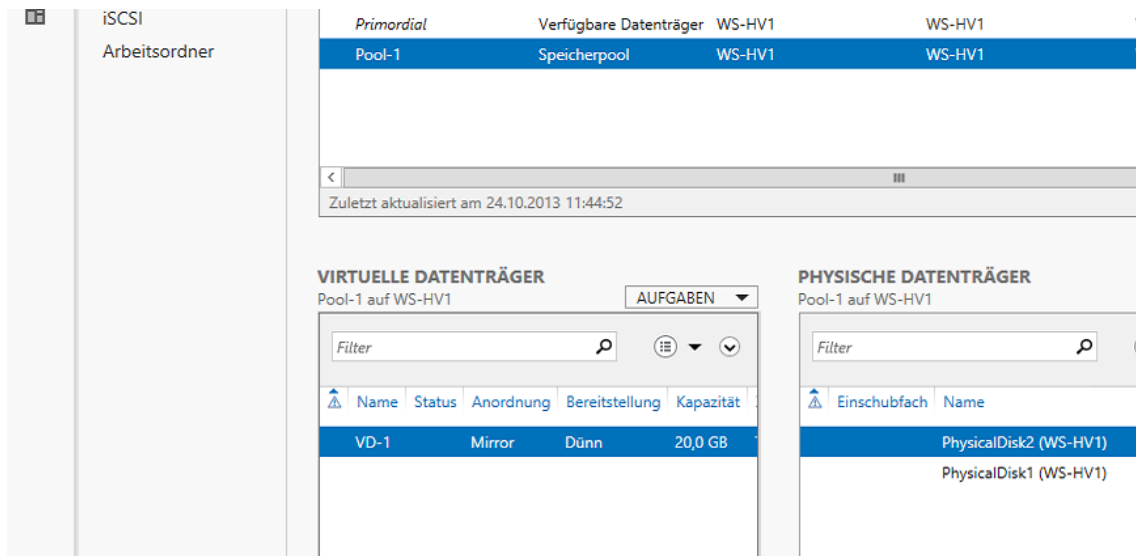
Volumebezeichnung:

Kurze Dateinamen generieren (nicht empfohlen)  
Kurze Dateinamen (8 Zeichen + Erweiterung mit drei Zeichen) werden für einige auf Clientcomputern ausgeführte 16-Bit-Anwendungen benötigt, führen jedoch zu einer Verlangsamung von Dateivorgängen.

< Zurück   Weiter >   Erstellen   Abbrechen

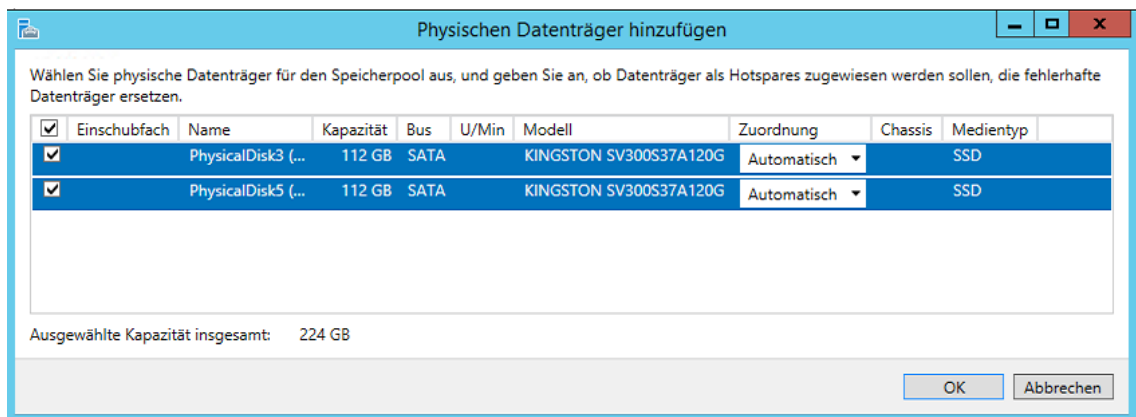
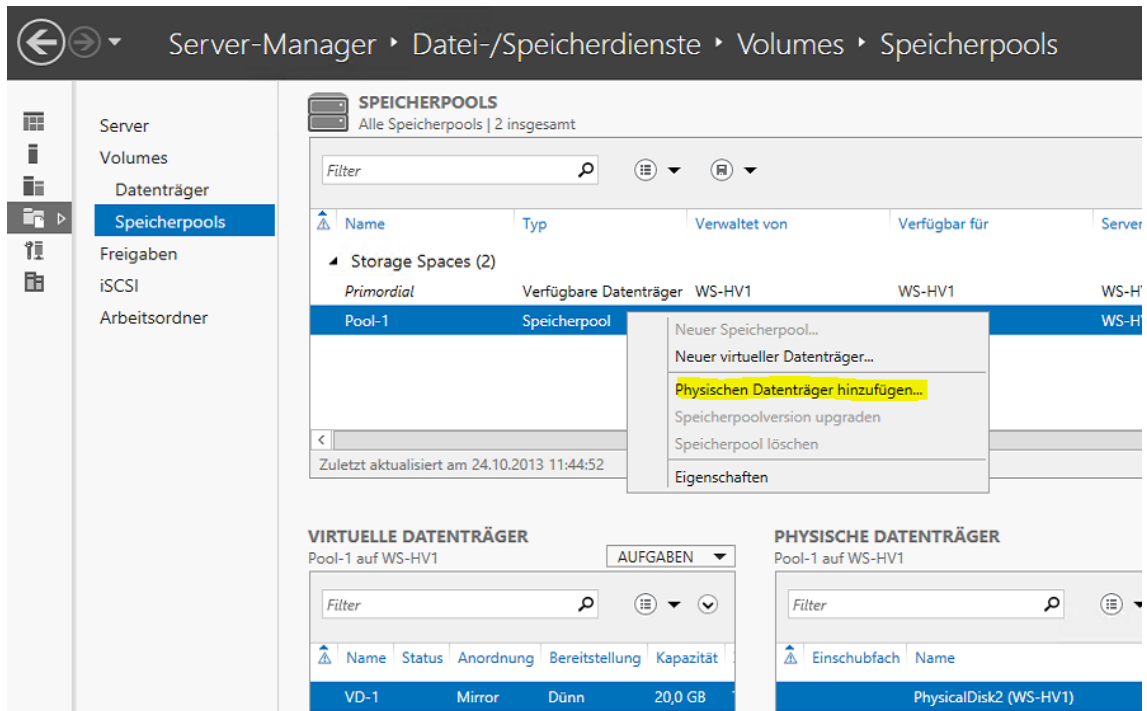


Der klassische Speicherpool mit einem gespiegelten virtuellen Datenträger ist fertig:

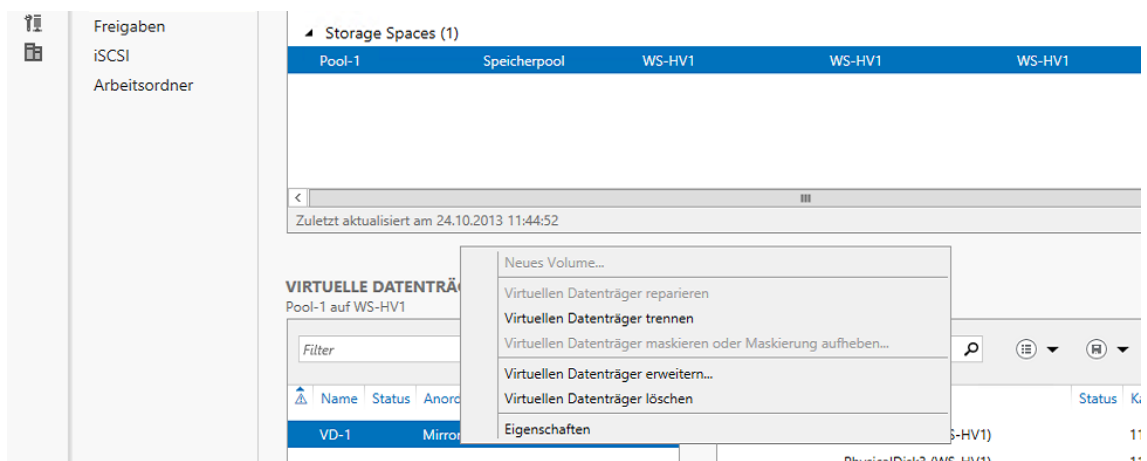


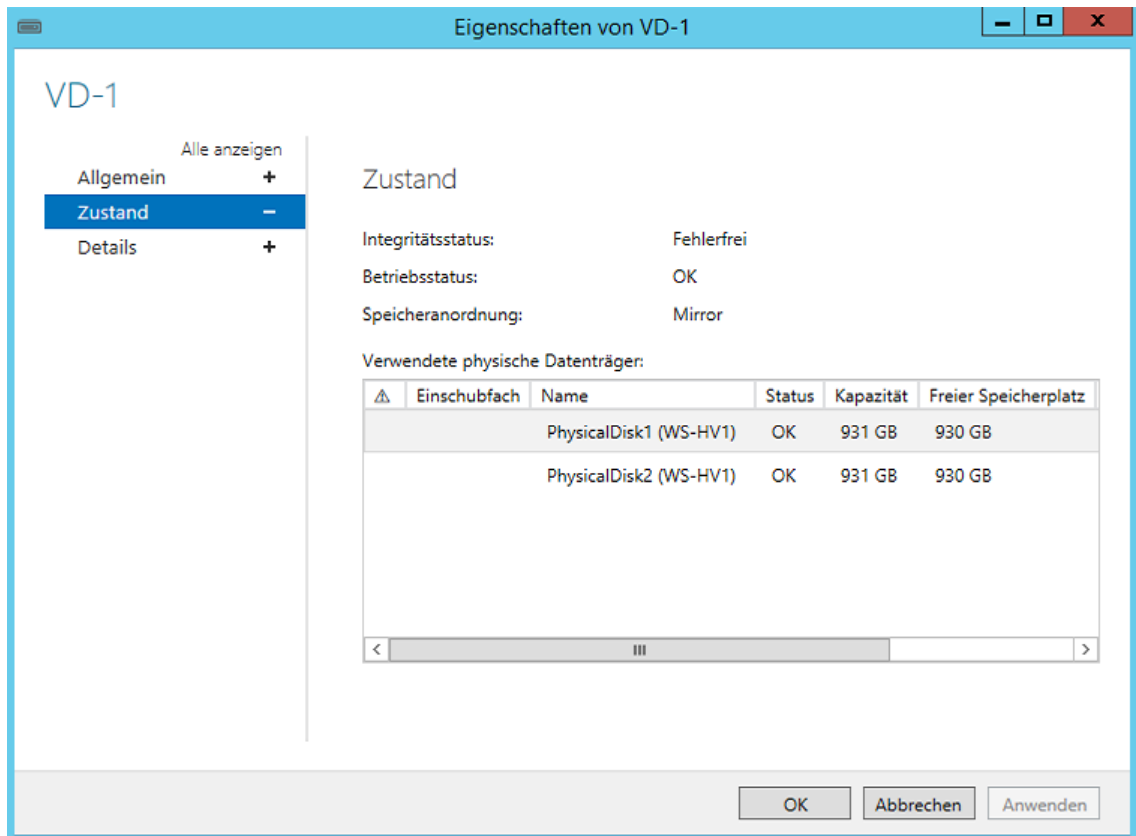
### 3. Erweiterung eines Speicherpools um zwei SSD-Datenträger

Aktuell besteht der Speicherpool nur aus 2 HDDs. Jetzt füge ich die beiden SSD-Datenträger an. Mein Ziel: nachträglich die Speicherebenen integrieren:

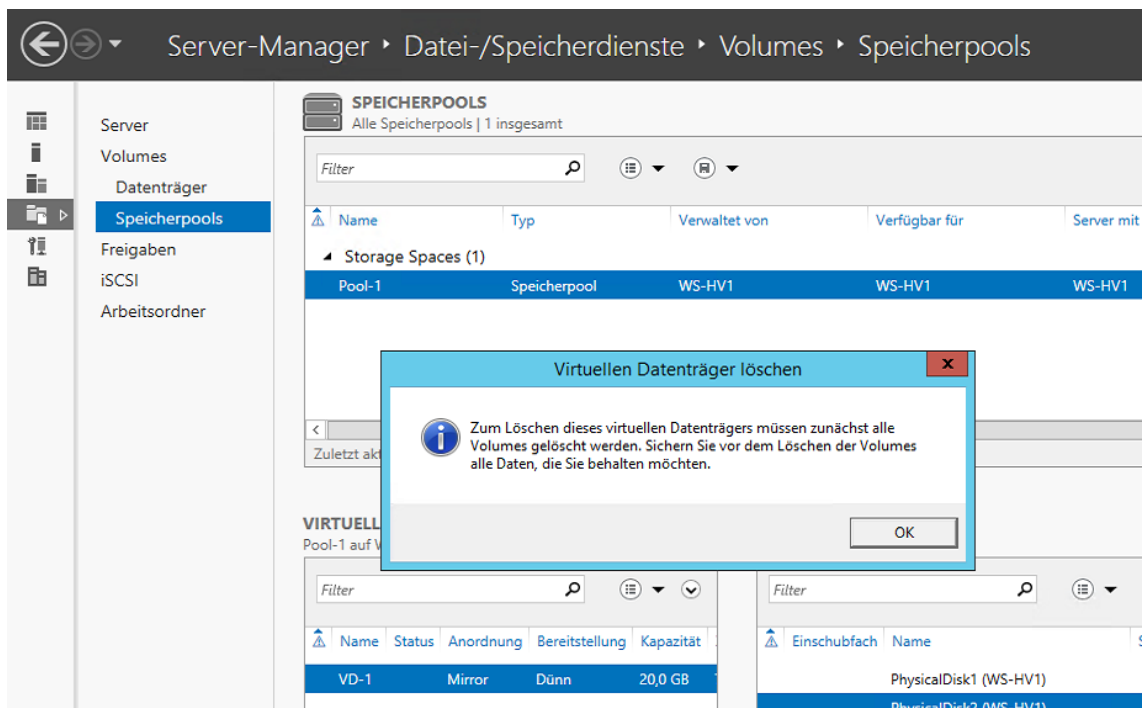


Das Problem: die Speicherebenen können auf bestehende Datenträger nicht nachträglich editiert werden:





Daher lösche ich den virtuellen Datenträger und erstelle ihn dann neu. Zuvor müssen alle Volumes entfernt werden:



Jetzt kann der virtuelle Datenträger MIT Speicherebenen neu erstellt werden:

Storage Spaces (1)

Pool-1	Speicherpool	WS-HV1	WS-HV1	WS-HV1	2,03 TB	2,03 TB
--------	--------------	--------	--------	--------	---------	---------

Zuletzt aktualisiert am 24.10.2013 11:49:24

**VIRTUELLE DATENTRÄGER**  
Es sind keine zugehörigen Daten verfügbar. **AUFGABEN**

**PHYSISCHE DATENTRÄGER**  
Pool-1 auf WS-HV1 **AUFGABEN**

Es sind keine zugehörigen virtuellen Datenträger verfügbar.

Starten Sie den Assistenten für neue virtuelle Datenträger, um einen virtuellen Datenträger zu erstellen.

Neuer virtueller Datenträger...

Einschubfach	Name	Status	Kapazität	Bus	Verwendung	Chassis	Medien
	PhysicalDisk1 (WS-HV1)		931 GB	SATA	Automatisch		HDD
	PhysicalDisk2 (WS-HV1)		931 GB	SATA	Automatisch		HDD
	PhysicalDisk5 (WS-HV1)		111 GB	SATA	Automatisch		SSD
	PhysicalDisk3 (WS-HV1)		111 GB	SATA	Automatisch		SSD

Assistent für neue virtuelle Datenträger

### Speicherpool auswählen

Vorbereitung

**Speicherpool**

Name des virtuellen Date...

Speicheranordnung

Bereitstellung

Größe

Bestätigung

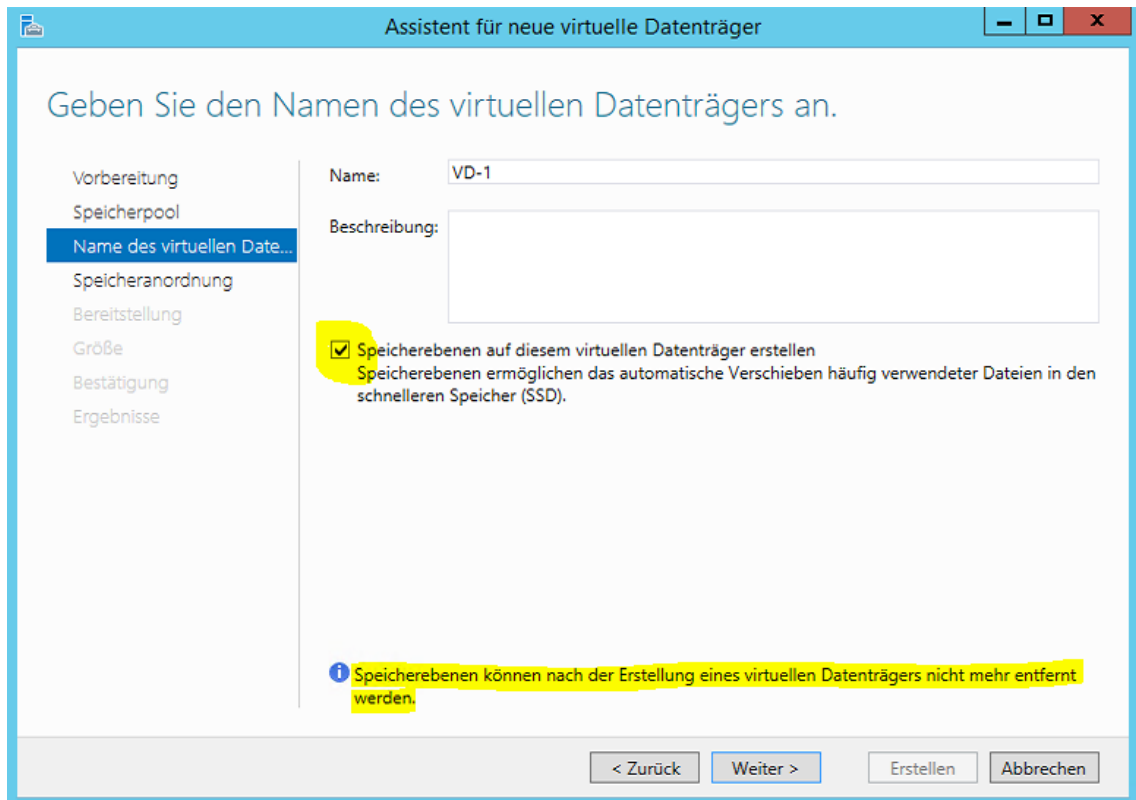
Ergebnisse

Speicherpool:

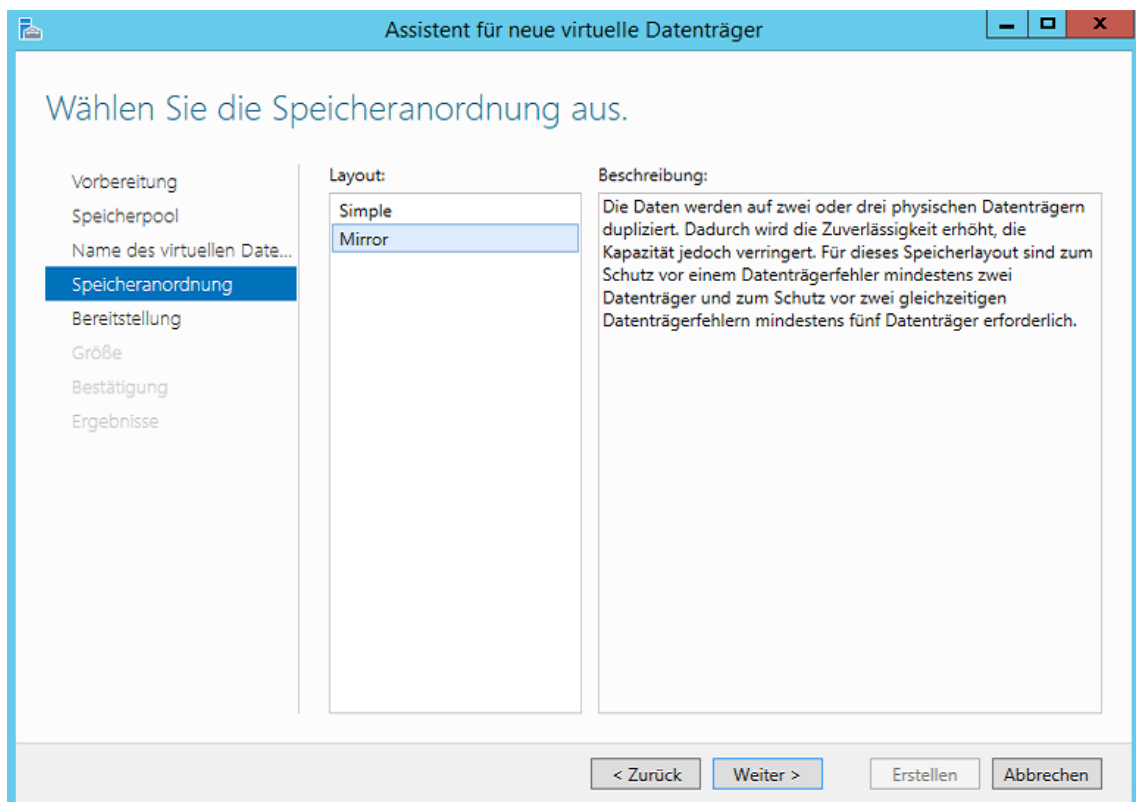
Poolname	Verwaltet von	Verfügbar für	Kapazität	Freier Speicherplatz	Su
Pool-1	WS-HV1	WS-HV1	2,03 TB	2,03 TB	St

< Zurück Weiter > Erstellen Abbrechen

Da jetzt sowohl SSD als auch HDD-Datenträger verbaut sind, wird die Option der Speicherebenen angeboten. Zusätzlich ist der Hinweis sichtbar, dass diese Konfiguration später nicht mehr zurück genommen werden kann (Ausnahme: der virtuelle Datenträger wird gelöscht):



Auch der neue virtuelle Datenträger soll gespiegelt sein:



Die Speicherebenen erfordern, dass der gesamte Speicherbedarf des virtuellen Datenträgers auf einmal provisioniert wird. Das so genannte Thin-Provisioning wird nicht unterstützt:

The screenshot shows the 'Assistent für neue virtuelle Datenträger' (Assistant for new virtual disks) wizard. The current step is 'Bereitstellung' (Provisioning). The left sidebar lists the steps: Vorbereitung, Speicherpool, Name des virtuellen Date..., Speicheranordnung, **Bereitstellung**, Größe, Bestätigung, and Ergebnisse. The main area is titled 'Geben Sie den Bereitstellungstyp an.' (Specify the provisioning type). Under 'Bereitstellungstyp:', there are two options: 'Dünn' (Thin) and 'Fest' (Fixed). 'Dünn' is selected with a yellow highlight. Below it, a note states: 'Vom Volume wird je nach Bedarf Speicher (bis zur Größe des Volumes) aus dem Speicherpool verwendet.' (From the volume, memory is used from the storage pool as needed, up to the size of the volume). The 'Fest' option is also present with a note: 'Vom Volume wird Speicher aus dem Speicherpool entsprechend der Volumegröße verwendet.' (From the volume, memory from the storage pool is used according to the volume size). At the bottom, a yellow-highlighted information icon and text state: 'Für Speicherebenen ist eine feste Speicherzuweisung erforderlich.' (For storage tiers, a fixed memory allocation is required). Navigation buttons at the bottom include '< Zurück', 'Weiter >', 'Erstellen', and 'Abbrechen'.

In dieser Maske kann nun definiert werden, wie viel Speicher der virtuelle Datenträger vom automatisch erstellten SSD-Tier und wie viel vom automatisch erstellten HDD-Tier vom Pool erhalten soll. So können z.B. auch mehrere virtuelle Datenträger Speicherebenen auf dem gleichen Pool verwenden:

The screenshot shows the 'Assistent für neue virtuelle Datenträger' (Assistant for new virtual disks) wizard. The current step is 'Größe' (Size). The left sidebar lists the steps: Vorbereitung, Speicherpool, Name des virtuellen Date..., Speicheranordnung, Bereitstellung, **Größe**, Bestätigung, and Ergebnisse. The main area is titled 'Geben Sie die Größe des virtuellen Datenträgers an.' (Specify the size of the virtual disk). It shows 'Freier Speicherplatz in diesem Speicherpool: 1,01 TB'. Below, it asks to specify the size for two tiers: 'Schnellere Ebene (SSD)' and 'Standardebene (HDD)'. For the SSD tier, 'Freier Speicherplatz: 109 GB' is shown, with a 'Größe angeben:' option set to 109 GB and a 'Maximale Größe' option selected. For the HDD tier, 'Freier Speicherplatz: 930 GB' is shown, with a 'Größe angeben:' option set to 930 GB and a 'Maximale Größe' option selected. At the bottom, the total size is shown as 'Größe des virtuellen Datenträgers: 1,01 TB'. A note at the bottom states: 'Vom virtuellen Datenträger wird unter Umständen zusätzlicher Speicherplatz für die Erstellung eines Zurückschreibcaches benötigt.' (From the virtual disk, additional storage space may be required for the creation of a write-back cache). Navigation buttons at the bottom include '< Zurück', 'Weiter >', 'Erstellen', and 'Abbrechen'.

Assistent für neue virtuelle Datenträger

### Auswahl bestätigen

Vorbereitung  
Speicherpool  
Name des virtuellen Date...  
Speicheranordnung  
Bereitstellung  
Größe  
**Bestätigung**  
Ergebnisse

Überprüfen Sie die folgenden Einstellungen auf Korrektheit, und klicken Sie dann auf "Erstellen".

ORT DES VIRTUELLEN DATENTRÄGERS	
Server:	WS-HV1
Subsystem:	Storage Spaces
Speicherpoolname:	Pool-1
Status:	OK
Freier Speicherplatz:	2,03 TB

EIGENSCHAFTEN DES VIRTUELLEN DATENTRÄGERS	
Name:	VD-1
Speicherebenen:	Aktiviert
Speicheranordnung:	Mirror
Bereitstellungstyp:	Fest
Angeforderte Größe:	1,01 TB
Größe der schnelleren Ebene (SSD):	109 GB
Größe der Standardebene (HDD):	930 GB

< Zurück    Weiter >    Erstellen    Abbrechen



## 4. Erweiterung eines Speicherpools um einen SSD-Datenträger

Es ist möglich, nur einen einzigen SSD-Datenträger in einen Pool aufzunehmen. Dann sind aber nicht mehr alle Redundanz-Level möglich.

Aktuell sind wieder nur 2 HDD-Datenträger im Pool-1. Ich nehme zunächst eine SSD-Festplatte in den Pool auf:

Storage Spaces (2)

Pool-1	Speicherpool	WS-HV1	WS-HV1	WS-HV1	1,82 TB	1,82 TB
Primordial	Verfügbare Datenträger	WS-HV1	WS-HV1	WS-HV1		

PHYSISCHE DATENTRÄGER  
Pool-1 auf WS-HV1

Einschubfach	Name	Status	Kapazität	Bus	Verwendung	Chassis	Medientyp
	PhysicalDisk1 (WS-HV1)		931 GB	SATA	Automatisch		HDD
	PhysicalDisk2 (WS-HV1)		931 GB	SATA	Automatisch		HDD

Physischen Datenträger hinzufügen

Wählen Sie physische Datenträger für den Speicherpool aus, und geben Sie an, ob Datenträger als Hotspares zugewiesen werden sollen, die fehlerhafte Datenträger ersetzen.

<input type="checkbox"/>	Einschubfach	Name	Kapazität	Bus	U/Min	Modell	Zuordnung	Chassis	Medientyp
<input checked="" type="checkbox"/>		PhysicalDisk3 (...)	112 GB	SATA		KINGSTON SV300S37A120G	Automatisch		SSD
<input type="checkbox"/>		PhysicalDisk5 (...)	112 GB	SATA		KINGSTON SV300S37A120G	Automatisch		SSD

Ausgewählte Kapazität insgesamt: 112 GB

OK Abbrechen

Jetzt erstelle ich im Pool einen virtuellen Datenträger:

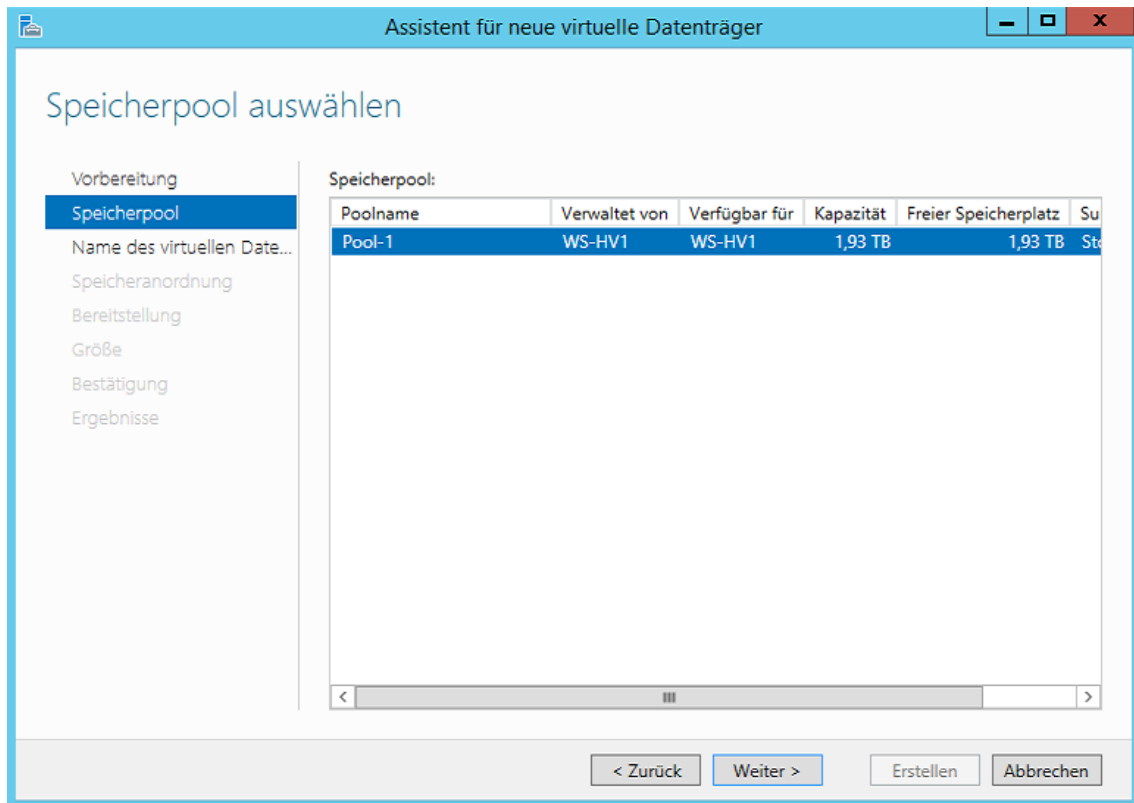
Storage Spaces (2)

Pool-1	Speicherpool	WS-HV1	WS-HV1	WS-HV1	1,93 TB	1,93 TB
Primordial	Verfügbare Datenträger	WS-HV1	WS-HV1	WS-HV1		

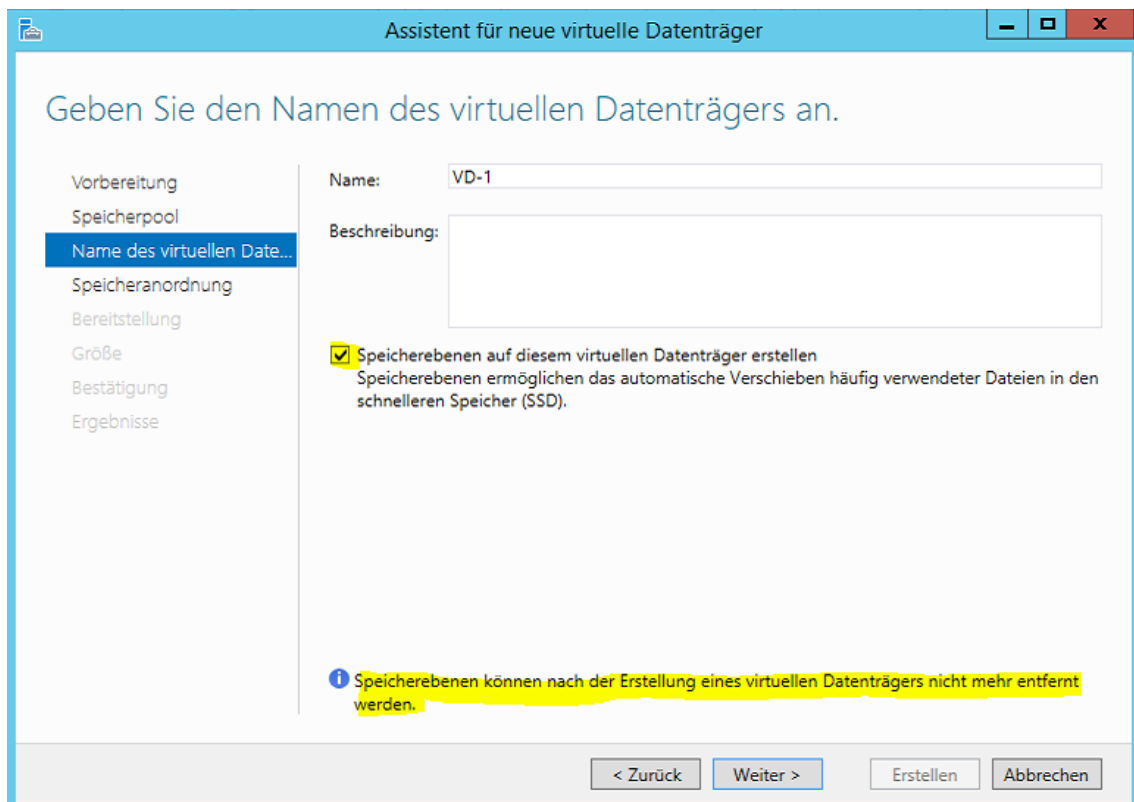
VIRTUELLE DATENTRÄGER  
Es sind keine zugehörigen Daten verfügbar.

PHYSISCHE DATENTRÄGER  
Pool-1 auf WS-HV1

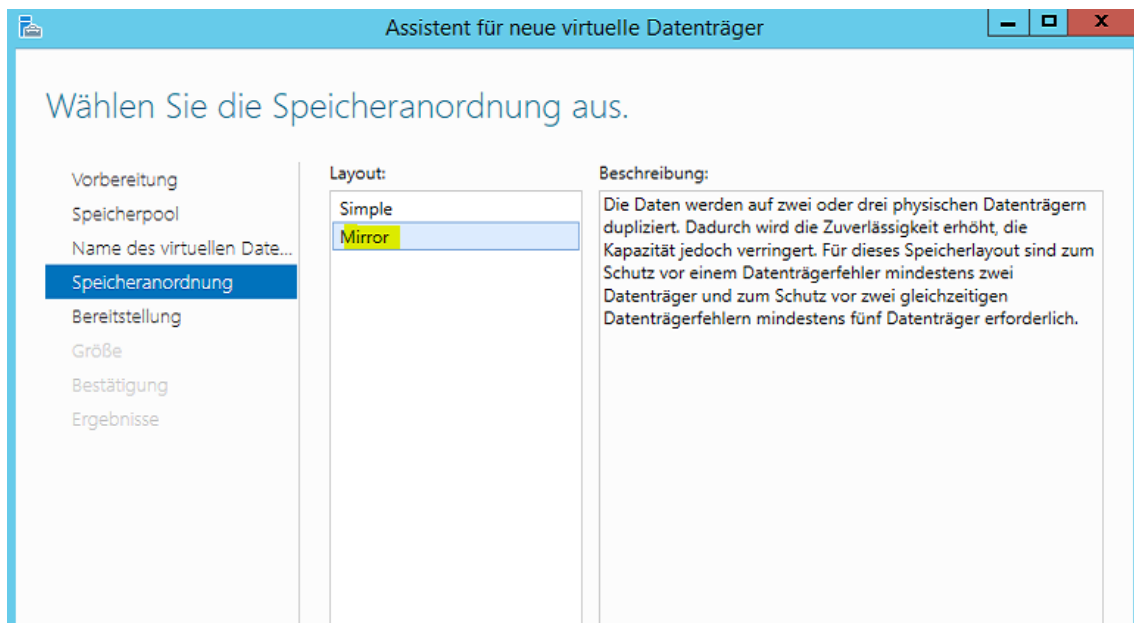
Einschubfach	Name	Status	Kapazität	Bus	Verwendung	Chassis	Medientyp
	PhysicalDisk1 (WS-HV1)		931 GB	SATA	Automatisch		HDD
	PhysicalDisk2 (WS-HV1)		931 GB	SATA	Automatisch		HDD
	PhysicalDisk3 (WS-HV1)		111 GB	SATA	Automatisch		SSD



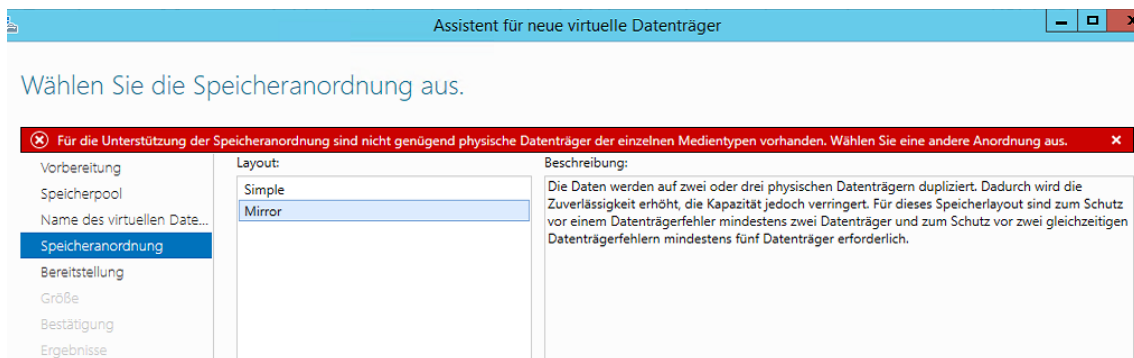
Die Option der Speicherebenen wird angeboten, weil nun eine SSD-Festplatte im Pool vorhanden ist:



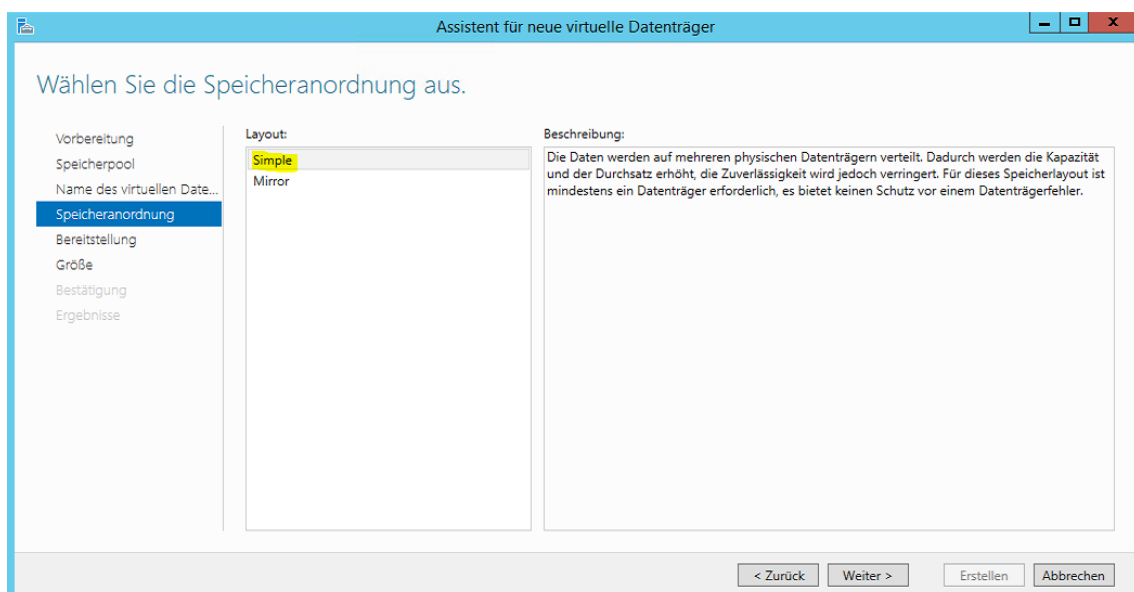
Jetzt wähle ich für den neuen virtuellen Datenträger das Spiegel-Layout:



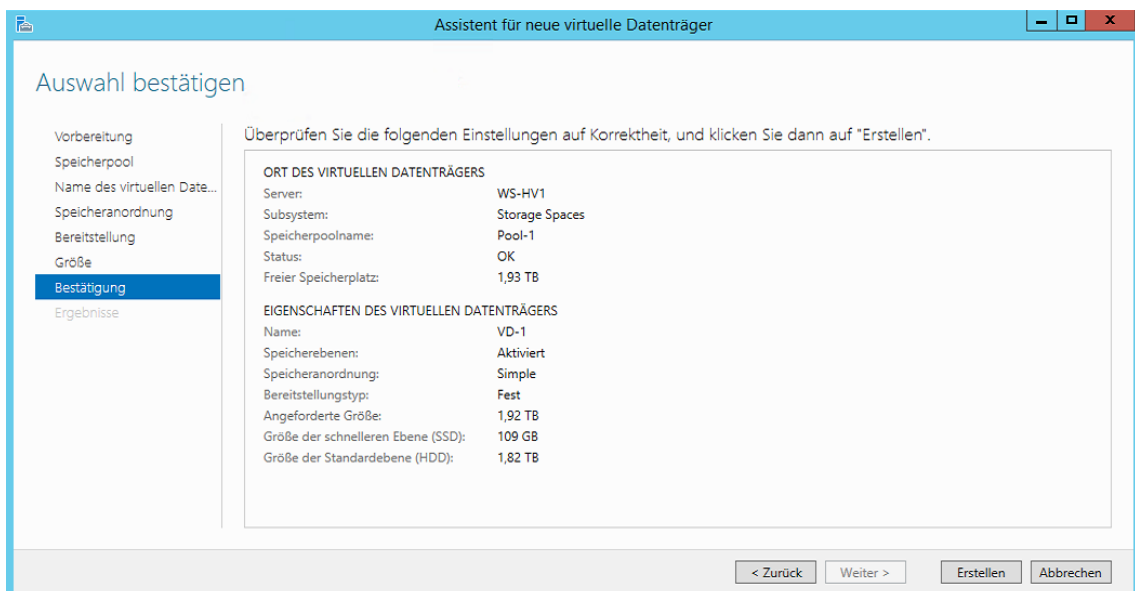
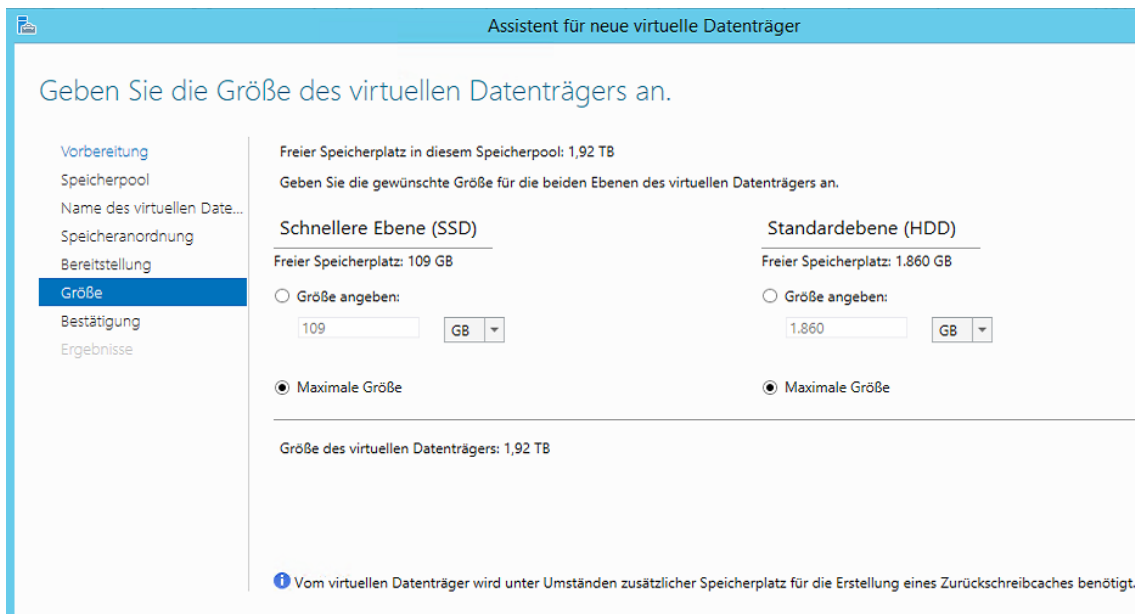
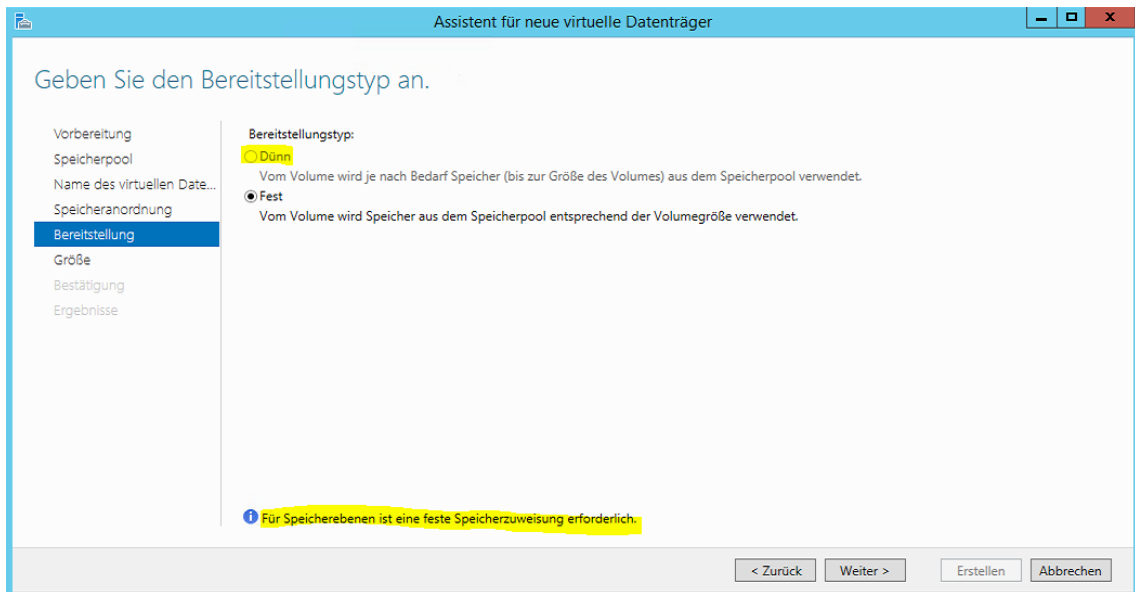
Damit sowohl die Performance als auch die Redundanz von den Speicherebenen bedient werden können, müssen bei einem Spiegel-Layout auch mehrere Datenträger der unterschiedlichen Medientypen (SSD und HDD) vorhanden sein – in meinem Fall benötige ich also mindesten 2 gleiche HDDs und 2 gleiche SSDs:



Für ein Simple-Layout mit Speicherebenen würde eine HDD und eine SSD ausreichen:

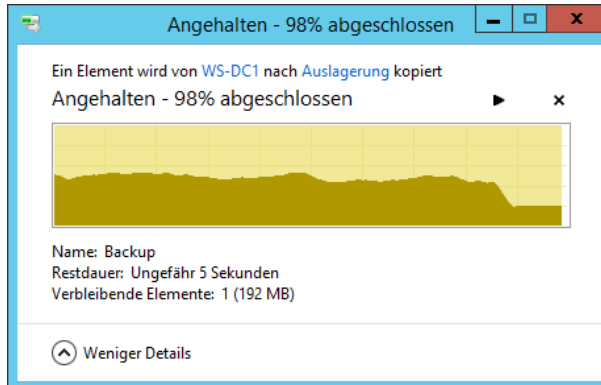


Aber auch hier gilt, dass dann die virtuelle Festplatte komplett provisioniert sein muss:



## 5. Wirkung der Speicherebenen (nach einem Jahr Dauerbetrieb)

Und so präsentieren sich die Speicherebenen für den Benutzer: man erkennt deutlich den Wechsel zwischen SSD und HDD



Mit SQLIO kann die Performance gemessen werden (links: Speicherebene, rechts: normale SATA3 – nach 1 Jahr Dauerbetrieb)

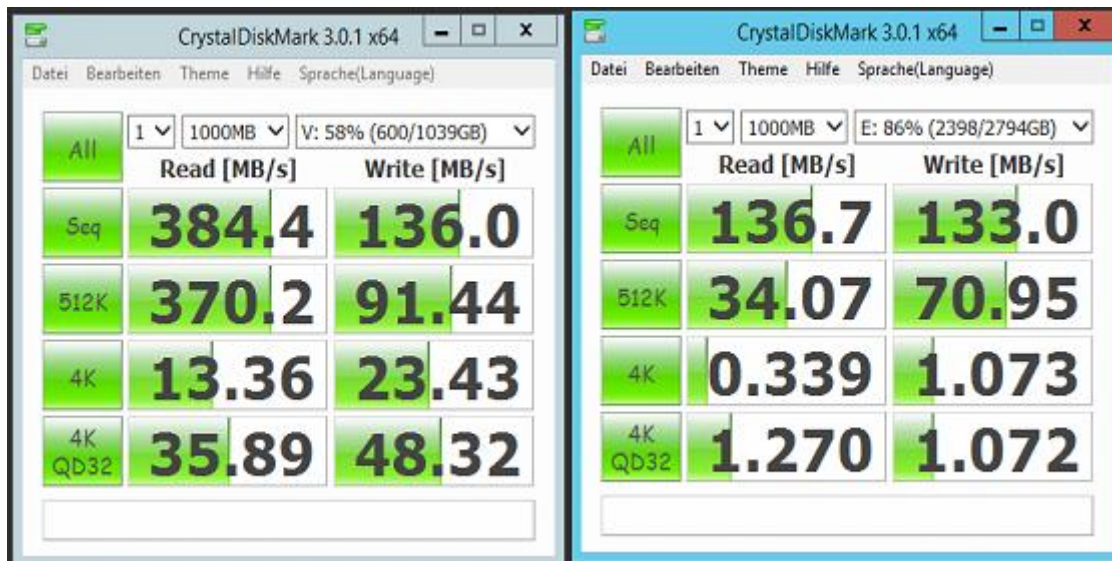
Sequenzielles Lesen und Schreiben:

Speicherebene	IOs/sec	MBs/sec	Min_Latency(ms)	Avg_Latency(ms)	Max_Latency(ms)
links (SSD)	1453.67	11.35	6	10	29
rechts (SATA3)	89.10	0.69	116	179	675

zufälliges Lesen und Schreiben:

Speicherebene	IOs/sec	MBs/sec	Min_Latency(ms)	Avg_Latency(ms)	Max_Latency(ms)
links (SSD)	19799.30	160.23	0	10	10
rechts (SATA3)	10470.37	144.45	0	103	511

Und auch mit anderen Tools lässt sich der Unterschied darstellen (links: Speicherebene, rechts: normale SATA3):



Anmerkung nach fast einem Jahr Dauerbetrieb:

- Die SSD-Festplatten verlieren an Performance, dennoch sind die Werte sehr gut
- Aktuelle Auswertung des Festplatten-Zustandes:

