



Technologiestudie base4kids2

Auftraggeber	Jörg Moor, Schulamt der Stadt Bern
Projektleiter	Luigi Caracciolo
Autorenteam	Luigi Caracciolo, Michel Centi, Alfred Bertschinger und Georg Ständike
Projektteam	Jörg Moor (Schulamt), David Grolimund (Schulamt), Klaus Zakel (ID Stadt Bern), Michael Falcinelli (Lehrperson & ICT-V), Marie-Claire Sauvant (Lehrperson & Heilpädagogin), Ania Sobiechowska (Schulleitung & ICT-V), Martin Stegmann (Lehrperson & ICT-V)
Klassifizierung	<u>Nicht klassifiziert</u> , Intern, Vertraulich, GEHEIM
Status	In Arbeit, <u>Genehmigt</u>

Änderungsverzeichnis

Datum	Version	Änderung	Autor
18.01.2016	0.1	Erstellung Grundversion	Alfred Bertschinger
25.01.2016	0.2	Überarbeitung und funktionale Anforderungen	Georg Ständike
04.02.2016	0.3	Beschreibung Stärken/Schwächen plus Zielbild	Alfred Bertschinger
09.02.2016	0.4	Bildungstrends, Anreicherung Anforderungen bez. E-Learning-Plattform	Alfred Bertschinger
11.02.2016	0.5	Überarbeitung Anforderungen, IST-Situation und Zielsetzung	Georg Ständike
15.02.2016	0.6	Kommentierung Anforderungen aus Architektur-Sicht	Michel Centi
25.02.2016	0.7	Einarbeitung der Workshop Ergebnisse: Abschluss Anforderungserhebung und Variantenvorstellung	Georg Ständike Alfred Bertschinger
22.04.2016	0.8	Erarbeitung der Lösungsvarianten und Bewertungsvorbereitung	Michel Centi, Georg Ständike
01.07.2016	0.95	Empfehlung Projektteam eingearbeitet. Studie Bereit zum Review.	Michel Centi, Georg Ständike
12.08.2016	1.0	Freigabe der Studie durch PA	Projektausschuss

Inhaltsverzeichnis

Management Summary	5
1 Ausgangslage	7
2 Situationsanalyse	8
2.1 Aktuelle base4kids Infrastruktur	10
2.1.1 Ausrüstung der Schulhäuser	10
2.1.2 Netzwerk	10
2.1.3 Netzwerkspeicher (NAS)	10
2.1.4 WLAN für spezielle Projekte	11
2.2 Benutzerverwaltung	11
2.3 Datenablage	11
2.4 Informationssicherheit und Datenschutz	11
2.5 Grobe Mengengerüste	11
2.6 Situation ICT-Infrastruktur ID Stadt Bern	12
2.7 Stärken und Schwächen	12
2.7.1 Stärken	13
2.7.2 Schwächen	13
2.8 Netzwerkkontext	16
3 Ziele base4kids2	17
3.1 System- / Produktziel	17
3.2 Projektvorgehensziele	18
4 Strategiebezug und Umsetzung von Vorgaben	19
4.1 Strategiebezug	19
4.2 Empfehlungen der Erziehungsdirektion Kanton Bern	19
4.3 Anforderungen aus dem Lehrplan 21	19
5 Trendanalyse	21
5.1 Technologietrends im Bildungsbereich	21
5.1.1 10 globale Technologietrends im Bildungsbereich	21
5.1.2 Webbasierte Learning Management Systeme	22
5.1.3 Marktanalyse Learning Management Systems	22
5.1.4 Weitere Bildungstrends	23
5.2 ICT Technologietrends	24
5.2.1 Cloud-Computing	24
5.2.2 «5G» Mobilfunk	27
5.2.3 3D Printing	27
5.2.4 Internet of Things (IoT)	28
5.3 Zusammenfassung Trendanalyse	28
6 Zielbild (Soll-Zustand)	30
7 Grobanforderungen	32
8 Lösungsvarianten	36
8.1 Grundlagen des Variantendesigns	36
8.2 Methodik der Variantenwahl	36
8.3 Variantenübergreifende Vorgaben	37
8.3.1 Geräte und Mengengerüst	37
8.3.2 Mobile Device Management (MDM)	39
8.3.3 ICT-Infrastruktur	40
8.4 Analyse und Bewertung der Vorgaben	40
8.5 Netzwerk & Anbindung	43
8.5.1 Varianten-Übersicht	43
8.5.2 Variante N1 – WLAN	44
8.5.3 Variante N2 – Funkfrei	46

8.5.4	N3 – Mobilfunk	47
8.5.5	Bewertung der Varianten Netzwerk & Anbindung	48
8.5.6	Kostenbetrachtung Netzwerk & Anbindung	48
8.6	Backend-Varianten	50
8.6.1	Varianten-Übersicht	50
8.6.2	Variante V1 – Cloud	51
8.6.3	Variante V2 – On Premise	52
8.6.4	Variante V3 – Cloud «light»	53
8.6.5	Bewertung der Backend-Varianten	54
8.6.6	Kostenbetrachtung Backend-Varianten	58
8.7	Varianten-Empfehlung	62
8.7.1	Netzwerk	62
8.7.2	Backend	62
9	Transformation base4kids2	63
9.1	Transformations-Roadmap base4kids2	63
9.1.1	Jährliche Kostenverteilung	64
9.1.2	Konservatives Mengengerüst	66
9.1.3	Progressives Mengengerüst	66
9.1.4	Konservatives Mengengerüst	67
9.1.5	Progressives Mengengerüst	69
9.2	Transformations-Projekt base4kids2	71
9.2.1	Programm-Setup und Phasen	71
9.2.2	Programm-Struktur	71
9.2.3	Programm Management (P00)	72
9.2.4	Organisation & Prozesse (P10)	73
9.2.5	Frontend (P20)	73
9.2.6	Backend (P30)	73
9.2.7	Security (P40)	74
9.2.8	Migration (P50)	74
10	Anhang	75
10.1	Nutzwertanalyse	75
10.2	Preisannahmen	77

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Netzwerkdesign und Systemkontext.....	16
Abbildung 2: Bereitstellungsmodelle Cloud.....	26
Abbildung 3: Service-Modelle Cloud.....	27
Abbildung 4: Grobentwicklung Mengengerüst zur Herstellung der 1:1 Ausstattung.....	31
Abbildung 5: Grundlagen des Variantendesign.....	36
Abbildung 6: Prozess Variantenauswahl.....	37
Abbildung 7: Konservative Entwicklung Anzahl Geräte.....	38
Abbildung 8: Progressive Entwicklung Anzahl Geräte.....	39
Abbildung 9: Übersicht Netzwerk-Varianten.....	43
Abbildung 10: Kostenbetrachtung (CAPEX) Netzwerk und Anbindung in Tausend CHF.....	49
Abbildung 11: Kostenbetrachtung (OPEX) Netzwerk und Anbindung in Tausend CHF.....	49
Abbildung 12: Übersicht Backend-Varianten.....	51
Abbildung 13: Grobkostenbetrachtung (CAPEX) der Backendvarianten (konservativ) auf 10 Jahre... 58	58
Abbildung 14: Grobkostenbetrachtung (OPEX) der Backendvariante (konservativ) pro Jahr.....	58
Abbildung 15: Grobkostenbetrachtung (CAPEX) der Backendvariante (progressiv) auf 10 Jahre.....	59
Abbildung 16: Grobkostenbetrachtung (OPEX) der Backendvariante (progressiv) pro Jahr.....	59
Abbildung 17: Roadmap Transformations-Projekt.....	64
Abbildung 18: Finanzbetrachtung (konservatives Mengengerüst) 10 Jahre in kCHF.....	66
Abbildung 19: Finanzbetrachtung (progressives Mengengerüst) 10 Jahre in kCHF.....	66
Abbildung 20: Kostenverteilung über 10 Jahre (CAPEX) in CHF (konservativ).....	67
Abbildung 21: Kostenverteilung über 10 Jahre (OPEX) in CHF bei (konservativ).....	68
Abbildung 22: Kostenverteilung über 10 Jahre (CAPEX) in CHF (progressiv).....	69
Abbildung 23: Kostenverteilung über 10 Jahre (OPEX) in CHF bei (progressiv).....	70
Abbildung 24: Programm zur Transformation.....	71
Abbildung 25: Grobstruktur Transformations-Projekt.....	72

Management Summary

Ziel dieser Studie ist es, aufzuzeigen, wie die bestehende Informatik-Infrastruktur base4kids der stadtberner Schulen abgelöst werden soll, da sie altersbedingt und funktional an ihre Grenzen stösst. Base4kids2 berücksichtigt einerseits den Lehrplan 21 und andererseits die Anforderungen der Lehrerschaft, die im Projektteam aktiv mitgearbeitet hat. Zusätzlich werden Technologietrends im Informatik- und im Bildungsbereich berücksichtigt, um die Zukunftsfähigkeit der Lösung sicherzustellen.

Die fortschreitende technologische Diffusion bewirkt grosse Veränderungen im Bildungsbereich. Fast alle Bildungsinstitutionen setzen heute auf E-Learning. Zum Einsatz kommen so genannte Lernplattformen («Learning Management Systems»), die den Unterricht im Sinne eines «Blended Learnings» (didaktische Verknüpfung von Präsenzunterricht und E-Learning) unterstützen. Eine Lernplattform verknüpft den Lehrkörper mit den Lernenden aber auch mit anderen Lehrern und Eltern. Am Markt haben sich webbasierte Anwendungen durchgesetzt. Dabei werden Cloud-Lösungen verwendet, die über einen Dienstleister bereitgestellt werden (Software as a Service). Vom Kunden bereitgestellte Inhalte sind von überall her mit allen Geräten verfügbar, Leistungen können dank Virtualisierung schnell skaliert werden.

Die Auswirkungen auf den Unterricht sind gross: Lernende der Zukunft lernen mobil, auf spielerische Weise, jederzeit und in individuellem Tempo. Sie haben, abgestuft nach Schulstufe, eigene Geräte – bis hin zu einer 1:1-Ausstattung, die entweder von der Schule zur Verfügung gestellt oder selbst gekauft und mitgebracht werden (Bring Your Own Device BYOD). Der Zugang zu Lerninhalten ist jederzeit möglich.

Neben den höheren Anforderungen aus dem Lehrplan 21 in Bezug auf elektronisch unterstütztes Lernen (E-Learning) und der Cloud-Kompatibilität ist ein stabiler flächendeckender performanter drahtloser Internetzugang für alle Lernenden und Lehrpersonen in allen Schulanlagen inklusiv Kindergärten vorgesehen. Die Basis der neuen Infrastruktur base4kids2 bilden mobile Geräte anstelle fest installierter PCs in Computerräumen, wobei die verschiedenen mobilen Geräte über ein so genanntes Mobile Device Management mit Single Sign On Useridentifikation konfiguriert und zentral verwaltet werden. E-Learning und Office werden von den Informatikdiensten der Stadt Bern bereitgestellt, genauso wie die professionelle Mobile Device Management Lösung. Die Anbindung der Schulhäuser ans Internet wird weiterhin durch einen externen Service-Provider geleistet.

Die Ausrüstung mit Geräten ist abhängig von der Schulstufe: Im Zyklus 1 (Kindergarten bis 2. Klasse) ist mindestens 1 Gerät pro 4 Schüler, im Zyklus 2 (3. Bis 6. Klasse) mindestens 1 Gerät pro 2 Schüler und im Zyklus 3 (7. Bis 9. Klasse) mindestens 1 Gerät pro 1 Schüler (1:1-Ausstattung) vorgesehen (konservatives Mengengerüst). base4kids2 sieht den Einsatz von Tablets im Zyklus 1 sowie den Einsatz von Tablets mit Tastatur (Kombigeräte) im Zyklus 2 und 3 vor. Die Klassensätze sollen den Schulen samt Verwahrungseinrichtung (Gerätekofter für 20 Geräte, mit zentraler Stromaufladung) und Kopfhörern zur Verfügung gestellt werden, so dass die Schulen individuell entscheiden können, ob die Geräte klassenweise oder als Gerätpool, beziehungsweise im Computerraum verwendet werden sollen. BYOD wird als zentrales, ausgleichendes Element verstanden und soll bis zum Jahr 2025 die Sicherstellung einer 1:1-Ausstattung im Unterricht der Zyklen 2 und 3 ermöglichen. Für Lehrpersonen werden ab einem gewissen Minimalpensum persönliche Notebooks bereitgestellt.

Des Weiteren wird pro Etage und pro Lehrerzimmer ein Drucker zur Verfügung stehen. Die bereits in den Klassenräumen vorhandenen Projektionsgeräte (Beamer, Visualizer) werden sich kabellos mit anderen Geräten verbinden lassen. Beides wird über die jeweilige Schule finanziert.

Der Aufbau der neuen Informatik-Infrastruktur base4kids2 ist ein umfangreiches dreijähriges Transformationsprojekt mit der Laufzeit von Anfang 2017 bis Ende 2019. Die Investitionskosten für 5 Jahre betragen zwischen 5 (konservative Berechnung) und 7.3 Mio. CHF (progressive Berechnung). Die laufenden Kosten für 5 Jahre werden auf 10 bis 11 Mio. CHF geschätzt. Diese sind abhängig vom Umfang der gestaffelten Gerätebeschaffung. Insgesamt resultieren Kosten im Umfang von 10 bis 18.3 Mio. CHF über fünf Jahre.

Die Roadmap für die Umsetzung ist wie folgt definiert, wobei verzögernde Faktoren wie einzuhaltende Fristen, Sitzungen von Entscheidungs-Gremien, Einsprachen sowie politische Findung – soweit abschätzbar – mitberücksichtigt wurden. Aufgrund der Höhe der Beschaffungs-Summe wird mit einer Volksabstimmung gerechnet. Unter der Voraussetzung, dass ein Stadtratsentscheid für einen Projektierungskredit bis November 2016 vorliegt, sind die wesentlichen Meilensteine wie folgt:

- Projekt Grundlagen und Initialisierung: Anfang 2017
- Ist-Analyse, Konzeption/Evaluation: März 2017 – Anfang 2018
- Volksabstimmung für Realisierungsphase: März 2018 – Ende 2018
- Einführung / Migration / Rollout: Ende 2018 – Mitte 2019 (gestaffelt)
- Regulärer Betrieb: Ab Mitte 2019 (gestaffelt)
- Projektabschluss: September 2019

Durch den Umfang und die Wirkung dieses Transformationsprojekts auf die Schulen ist eine umfangreiche Projekt-Struktur vorgesehen. Es handelt sich um ein Programm mit 5 Projekten, die ihrerseits in mehrere Teilprojekte aufgeteilt sind:

- P00: Programm-Leitung (übergeordnet)
- P10: Organisation & Prozesse (Aufbau der Geschäfts- und Betriebsorganisation)
- P20: Frontend (Office, E-Learning, Verwaltungs-Software, Individual-Lösungen)
- P30: Backend (Backend-Infrastruktur, Netzwerk, Enduser-Clients)
- P40: Security (projektübergreifend)
- P50: Migration (Daten & Services)

Base4kids2 stellt die Zukunftsfähigkeit der stadtberner Schulen für künftige Generationen sicher. Sie besticht durch den flexiblen und sinnvollen Einsatz technologischer Trends und ist eine moderne und zielgerichtete ICT-Plattform für Volksschulen, die den Lehrplan 21 im Bereich E-Learning optimal unterstützt.

1 Ausgangslage

Das Projekt base4kids2 hat zum Ziel nach Ablauf der geltenden Garantiefrieten 2016 die heutigen Infrastrukturen abzulösen, die heutigen und zukünftigen Anforderungen des Schulumfeldes zu berücksichtigen und die bestehende Plattform mit einer neuen abzulösen, die auf einen technisch aktuellen Stand ist.

Einerseits sollen aktuelle Trends und technologischen Entwicklungen und andererseits der neue Lehrplan 21 berücksichtigt werden. Zudem sollen bei der Umsetzung von base4kids2 flexibel neue Entwicklungstendenzen sowie ausbaubare Mengengerüste berücksichtigt werden können.

Mittels dieser Technologiestudie soll aufgezeigt werden, welche Varianten es gibt, um:

1. einen drahtlosen Internetzugang in allen Schulanlagen inklusive Kindergärten zur Verfügung zu stellen
2. einen performanten Internetzugang für alle von Lehrpersonen, Schülerinnen und Schülern¹ verwendeten Geräte (Clients) wie Computer, Laptops, Smartphones, Tablets etc. sicherzustellen
3. eine einfach handhabbare und webbasierte Plattform mit Useridentifikation zu gewährleisten, bei der die Anbindung der mobilen Geräte einfach und schnell realisierbar ist, und welche webbasiert zur Verfügung steht.

Zudem sollen für jede Variante aufgezeigt werden:

4. welche finanziellen Konsequenzen bezüglich des Investitionsvolumens und der Betriebskosten zu erwarten sind (Grobkosten über 10 Jahre, wovon die Jahre 1 bis 5 erfahrungsgemäss genauer abschätzbar sind)
5. wie die Verantwortungen und Kompetenzen für den Unterhalt und den Betrieb sichergestellt werden sollen

¹ Der Begriff Lehrpersonen inkludiert Kindergärtner/innen, der Begriff Schülerinnen und Schüler inkludiert ebenfalls Kindergartenkinder, zudem soll der Begriff Lehrer immer die männliche und weibliche Form der Anrede inkludieren

2 Situationsanalyse²

base4kids ist die Schulinformatik-Plattform der Stadt Bern für aktuell ca. 7600 Schüler und Schülerinnen sowie ca. 1400 Lehrpersonen. Die 46 Schulhäuser der öffentlichen Volksschulen wurden zwischen Frühling 2008 und Sommer 2009 mit einer einheitlichen ICT-Infrastruktur ausgerüstet. Damit erhielten alle Schülerinnen und Schüler sowie Lehrpersonen der 1. bis 9. Regel- und Sonderklassen in ihren Schulen Zugang zu Computern und Internet.

Am 21. Mai 2006 stimmten 89.53% des Stimmvolkes der Stadt Bern der Botschaft - Informatikplattform «Informatik Volksschule Stadt Bern (IVSB)» - des Stadtrates zu. Die Informatikplattform IVSB (heute base4kids) gewährleistete erstmals eine übergeordnete Planung. Das koordinierte Zusammengehen aller Schulen erfolgte unter Berücksichtigung sowohl pädagogischer als auch technischer und schulorganisatorischer Aspekte. Gezielte gemeinsame Beschaffung, Schulung und Wartung ermöglichten effizienten Einsatz der Mittel.

Im Jahr 2010³ und im Jahr 2014⁴ wurden zur Standortbestimmung Lehrerbefragungen durchgeführt, die zu folgenden Rückmeldungen führten:

- **Infrastruktur:**

- Die Lehrpersonen beurteilen die Qualität der Clients von base4kids als gut. Einschränkungen gibt es bei den Kopiergeräten (WorkCentre).
- Um die Zielsetzung der Integration von ICT in den Fachunterricht zu erreichen, werden mehr Computer pro Klasse benötigt. Der Kanton hat deshalb bereits seine Empfehlungen im Jahr 2009 auf „mind. 3 Clients pro Klasse“ erhöht. Eine 1:1-Ausrüstung erachten die meisten Lehrpersonen als nicht sinnvoll.
- Auf Primarstufe werden mehr Laptops gewünscht, wohingegen auf der Sekundarstufe I tendenziell sowohl Laptops wie auch Tablets gewünscht werden.
- Die Fachlehrpersonen, die Lehrpersonen des Förderbereichs und der Kindergärten melden Ansprüche nach Computer in ihrem Unterricht oder für ihre Administration (Kindergärten) an. Der ICT-Einsatz in Kindergärten wird von Kindergärtner/-innen nicht forciert (2014 stehen 73% der Kindergärtner/-innen nicht hinter dem Einsatz von ICT im Kindergarten).
- In 2009 deutlich wird auch der Wunsch der Unter- und Mittelstufenschulen nach PC-Räumen. Diese Aussage wird in 2014 relativiert, weil nunmehr ICT hauptsächlich im Klassenzimmer eingesetzt wird.
- Die lange Dauer für die persönliche Anmeldung (Login) und den Zugriff auf Daten und das Internet wird als unzumutbar für Unterrichtssituationen und als grösstes Handicap der bestehenden Plattform bezeichnet. Diese Aussage wird in 2014 bestätigt.

- **Nutzung:**

- Computer werden in der Schule u.a. als Übungsgerät mit vielfältiger Lernsoftware, zur Recherche, als Schreibmaschine, als Videoabspielgerät, als Fotospeicher und als schulhausübergreifende Kommunikationszentrale eingesetzt. Diese Funktionen stellen hohe Anforderungen an das Engineering der Plattform.
- Die Schulen arbeiten sehr unterschiedlich mit den vorhandenen Möglichkeiten: während dem vielerorts base4kids zur schulinternen Kommunikationsplattform geworden ist, arbeiten einzelne Schulen immer noch mit Privatmails und separaten Logins auf (Schul-)Webseiten. Die Rückmeldungen zeigen auf,

² Quelle: <http://www.base4kids.ch/de/Informationen>, gesehen am 18.1.2016

³ Quelle: http://www.base4kids.ch/media/archive1/Resultate_Umfrage_2010/Umfrage_base4kids_Resultate_110301.pdf, gesehen am 18.1.2016

⁴ Direktion für Bildung, Soziales und Sport (Hrsg.) Befragung der Lehrpersonen der Stadt Bern, 2014.

dass in Schulen mit einer konsequenten Durchsetzung der Mail- und Ablagefunktion durch die Schulleitungen und ICT-V die Akzeptanz von base4kids höher ist.

- Wenig genutzt wird die Möglichkeit des mobilen Einsatzes von Notebooks, dies hauptsächlich wegen fehlender Kabelanschlüsse.
- Ungefähr die Hälfte aller Schülerinnen und Schüler arbeiten heute mindestens 1x pro Woche am Computer. Die andere Hälfte bekommt dazu weniger Gelegenheit. Die Rückmeldungen ergeben auch, dass gut ein Viertel der Kinder nie oder höchstens 1 bis 3 Mal pro Jahr die Möglichkeit zum Lernen mit dem Computer erhalten.
- Der Softwareeinsatz ist je nach Schulstufe sehr unterschiedlich. Generell lässt sich sagen: je älter die Schülerinnen und Schüler sind, desto wichtiger wird ICT im Unterricht. Unter- und Mittelstufe arbeiten vermehrt mit Lernsoftware, die für dieses Alter auch vielfältig zur Verfügung steht. Dabei nutzt die Unterstufe vor allem Blitzrechnen und Cesar, während die Mittelstufe die deutlich breitere Programmpalette einsetzt. Auf der Sekundarstufe ist ICT im gesamten Lernprozess eingebunden.

- **Pädagogik:**

- Das Pädagogische Konzept base4kids ist seit dem Schuljahr 2010/2011 verbindlich, bei den Lehrpersonen aber noch zu wenig bekannt. Im 2014 setzten rund die Hälfte der Lehrpersonen base4kids ein. 45% erachten ICT als nicht wichtiges Element des Unterrichts. In der Weiterbildung ist deshalb dem Aspekt des Unterrichtens mit ICT und damit der Auseinandersetzung mit den Lernzielen des Konzeptes stark Beachtung zu schenken.
- Die Lehrpersonen beurteilen ihre eigenen technischen Fertigkeiten im Umgang mit Standardsoftware als gut, sind aber relativ selbstkritisch in der Einschätzung ihrer ICT-Unterrichtskompetenzen. Diese Selbsteinschätzung weicht auch von der Einschätzung der Schulleitungen ab, die das Weiterbildungsbedürfnis ihrer Lehrpersonen als tiefer einschätzen.
- Für die erfolgreiche Integration von ICT in den Fachunterricht benötigen Lehrpersonen vor allem die persönliche Beratung. Ausserdem wird häufig das Bedürfnis nach Möglichkeiten des Kennenlernens sowie des Downloads fertiger Unterrichtseinheiten geäussert. Die Beratung von Lehrpersonen ist Teil des Pflichtenhefts der ICT-V und kann somit einfach und schulintern realisiert werden.
- Es ist Aufgabe des Schulamtes, geeignete Weiterbildungsangebote und Austauschmöglichkeiten für Lerninhalte zur Verfügung zu stellen. Dabei stellt sich die Frage, wer solche Inhalte erarbeitet, sind doch weniger als 10% der Lehrpersonen bereit, eigene Beiträge zu leisten.

- **Betrieb, Support:**

- Die Zuverlässigkeit der Plattform base4kids wird von den Lehrpersonen als gut beurteilt. So treten Störungen des Betriebs selten auf und werden dann rasch behoben. Die häufigsten Probleme betreffen die Logins, wobei diese Probleme meist mit vergessenen oder falsch eingegebenen Passwörtern zu tun haben. Die Rückmeldungen der ICT-V deuten weiter darauf hin, dass Fehlmanipulationen mit der Hardware die zweithäufigste Fehlerursache sind.
- Die Zusammenarbeit mit den Informatikdiensten (ID) der Stadt Bern wird von den ICT-V in 2014 negativ bewertet, wohingegen die Zusammenarbeit mit dem Schulamt positiv sei.
- Der Datenabgleich der Schuladministration mit der Einwohnerkontrolle führte in einigen Fällen zu vorübergehenden Datenverlusten. Diese konnten aber in den allermeisten Fällen wiederhergestellt werden. Die Prozedur des Datenabgleichs wurde optimiert, sodass keine Probleme mehr auftreten sollten.
- Für grössere Schäden – insbesondere durch Diebstahl und durch Vandalismus – ist die Hardwareversicherung aufgekommen.

- **Administration:**
 - Die Möglichkeiten der base4kids-Plattform werden in vielen Schulen geschätzt und eingesetzt. In einzelnen Schulstandorten werden die Mail- und Ablagefunktionen wenig bis gar nicht benutzt. Die Lehrpersonen dieser Schulen geben an, dass sich der Computergebrauch in ihren Schulen in den letzten drei Jahren nicht erhöht hat – dies als wesentlicher Unterschied zu Schulen mit interner Verpflichtung zur administrativen Nutzung von base4kids.

Aufgrund der Rückmeldungen wurden verschiedene Massnahmen ergriffen, um die angesprochenen Schwierigkeiten zu beheben. Im Jahre 2013 – im siebten Betriebsjahr von base4kids – wurden die alten Desktops und Laptops ersetzt und die Klassensätze auf 4 neue Geräte pro Klasse erhöht. Ein Jahr später wurden alle Drucker ausgetauscht. Die Resultate der Umfrage im 2014 werden weitere Massnahmen zur Folge haben.

2.1 Aktuelle base4kids Infrastruktur⁵

Das heutige base4kids Infrastruktur soll als Überblick zur Ausgangslage im folgenden Kapitel charakterisiert werden.

2.1.1 Ausrüstung der Schulhäuser

Klassenzimmer: Pro Schulklasse und Klassenzimmer vier Notebooks, die via einem einfachen Switch aus dem Home-Bereich am Netzwerk angeschlossen sind.

PC-Raum (nur Oberstufen): 21 Desktop-PC

Lehrpersonen: Pro 7 Lehrpersonen: 1 Desktop-PC

Drucker: 1 Farblaser-Multifunktionsgerät pro Lehrerzimmer und Computerraum plus Etagendrucker

2.1.2 Netzwerk

Es wird auf den Einsatz von Servern in den Schulhäusern verzichtet. Die Daten der Benutzer werden zentral bei den ID der Stadt Bern gespeichert. Das verringert den Aufwand für die Wartung und die Datensicherung. Zudem wird der Datenaustausch in stadtweiten Ablagen möglich. Lehrpersonen können so z.B. in Schulhaus-übergreifenden Arbeitsgruppen Daten gemeinsam speichern.

2.1.3 Netzwerkspeicher (NAS)

In den Mittelstufen- und Oberstufenklassen arbeiten die Schülerinnen und Schüler u.a. an interessanten Multimediaprojekten wie:

- Videoprojekten
- Tonaufnahmen
- Bild- und Fotobearbeitung

Solche Arbeiten erzeugen grosse Datenmengen. Beim Sichern müssen diese Daten über das externe Netzwerk (WAN) auf die zentralen Server der ID der Stadt Bern transferiert werden. Wenn also eine Oberstufenklasse im PC-Raum die Fotos ihrer Landschulwoche bearbeitet und diese am Ende der Lektion speichern will, fallen innert kurzer Zeit sehr viele Daten an. Dazu sind aber die Netzwerkverbindungen zu den Schulhäusern nicht konzipiert. Das heisst, dass der Speichervorgang sehr lange dauern kann (mehrere Minuten). Definitive Abhilfe werden erst die Glasfaserkabel schaffen, welche durch die Swisscom und ewb verlegt

⁵ <http://www.base4kids.ch/de/Informationen/Technik>, gesehen am 18.1.2016.

werden. Eine schnellere Alternative bieten lokal verfügbare Network Attached Storages (NAS). Diese Geräte enthalten eine oder mehrere Festplatten und werden im Schulhaus an das Netzwerk angeschlossen. Grosse Datenmengen können somit lokal rascher gespeichert werden.

Die Schulen beschaffen sich solche NAS bislang selbständig. base4kids gibt Empfehlungen bei der Typenwahl ab.

2.1.4 WLAN für spezielle Projekte

Die Schulen dürfen einen oder mehrere WLAN Access-Point im Schulhaus betreiben. Diese Funktionserweiterung ist schulorganisatorisch sinnvoll, erlaubt sie es den Lehrpersonen nämlich, für spezielle Projekte mehrere Notebooks unkompliziert in einem Raum aufzustellen und – ohne kompliziertes und zeitraubendes Verkabeln – rasch in Betrieb zu nehmen.

Alle base4kids-Notebooks sind standardmässig für WLAN ausgerüstet. Insbesondere auch für den Unterricht in Tastaturschreiben an den Mittelstufenstandorten bietet diese Möglichkeit eine grosse Erleichterung.

Diese Geräte gehören nicht zur base4kids-Normalausrüstung eines Schulhauses. Sie werden bei Bedarf durch die Schulen selbst finanziert. base4kids bietet selbstverständlich nach wie vor die volle Funktionalität über das kabelgebundene Netzwerk. Normalerweise werden WLAN-Geräte mobil eingesetzt. So sind sie in unterschiedlichen Unterrichtssituationen rasch verfügbar.

2.2 Benutzerverwaltung

Als Nutzergruppen von base4kids gelten alle Schülerinnen und Schüler einerseits, sowie die Lehrpersonen der öffentlichen Volksschulen der Stadt Bern andererseits. Die Benutzer-Accounts werden über Sclaris generiert und verwaltet (Sekretariat / Schulamt). Alle Benutzer erhalten einen persönlichen Account mit dem sie sich bei den Systemen anmelden können. Zusammen mit dem Account wird zudem automatisch eine Mailadresse (vorname.name@base4kids.ch) für die Benutzenden geschaffen.

2.3 Datenablage

In der base4kids Infrastruktur stehen verschiedene Datenlaufwerke zur Verfügung. So hat jeder Nutzer einen eigenen Arbeitsbereich, und die Lehrpersonen können untereinander in geschützten Laufwerken Daten austauschen und ablegen.

Die Lehrpersonen eines Schulhauses haben aus pädagogischen Überlegungen Zugriff auf die individuellen Datenablagen der Schülerinnen und Schüler.

2.4 Informationssicherheit und Datenschutz

Informationssicherheit bezeichnet im Allgemeinen die Einhaltung folgender drei Schutzziele:

- Vertraulichkeit: Die Daten stehen nur autorisierten Benutzern zur Verfügung
- Verfügbarkeit: Die Daten stehen den Benutzern in nützlicher Frist zur Verfügung
- Integrität: Änderungen an den Daten dürfen nur bewusst geschehen und müssen nachvollziehbar sein

2.5 Grobe Mengengerüste

Das aktuelle Mengengerüst base4kids gestaltet sich wie folgt:

- Ca. 1500 Notebooks und ca. 500 PCs

- 4 PC oder Notebooks pro Klassenzimmer, bei ca. 350 Klassenzimmern
- 1 Computerraum (21 Plätze) pro Standort Sekundarstufe I (7. bis 9. Schuljahr)
- 1 Farblaser-Drucker pro Etage
- 1 PC für 7 Lehrpersonen
- 1 Farblaser-Multifunktionsgerät pro LehrerInnen-Zimmer (inkl. Print, Scan, Copy)
- 1 Farblaser-Multifunktionsgerät pro Computerraum (inkl. Print, Scan, Copy)

2.6 Situation ICT-Infrastruktur ID Stadt Bern

Die Informatikdienste (ID) der Stadt Bern stellen insgesamt moderne ICT-Infrastruktur Komponenten zur Verfügung. Kürzlich wurde das 2. Datacenter (Beerhaus) bezogen womit nun auch die Voraussetzungen für desastertaugliche ICT-Services gegeben sind.

Die ICT Infrastruktur Komponenten sowie die ICT-Architektur sind hochverfügbar und performant aufgebaut. Ein Ausfall von einzelnen Servern oder Storages, sowie ein Ausfall eines Rechenzentrums sind durch entsprechende Vorkehrungen (hochverfügbare Architektur, Backup) abgedeckt.

Sowohl Server wie auch Applikationen werden virtualisiert zur Verfügung gestellt, was eine flexiblere und agilere Handhabung von Computer-Ressourcen ermöglicht. Der Anteil virtualisierter Komponenten ist hoch, was positiv zu bewerten ist.

- Server-Virtualisierung: VMware
- Applikations-Virtualisierung: Citrix (nicht im Einsatz für Schulen)

Als Storage-Lösung kommen NetApp Filer zum Einsatz. Diese Geräte stellen unter anderem auch die Hochverfügbarkeit und Desastertauglichkeit über 2 Datacenter sicher. NetApp Filer weisen eine hohe Funktionalität auf und werden direkt am IP-Netzwerk angeschlossen. Dadurch entfällt der Aufbau und Unterhalt eines separaten Fibre-Channel Storage Netzwerks. Netzwerk-Storages (Filer) erreichen dafür nicht das gleiche Performance-Niveau wie dedizierte High-end Storages, welche aber ein wesentlich ungünstigeres Preis-/Leistungsverhältnis aufweisen.

Der Netzwerkbereich ist im Kern durch aktuelle 10 Gbit Technologie ausgestattet und mittels MPLS Technologie redundant über 2 Standorte aufgebaut. Die notwendige Sicherheit nach aussen wird durch Firewall Systeme gewährleistet. Zusätzlich kommen für die Intrusion Detection (Einbruchserkennung) und Intrusion Prevention (Einbruchsverhinderung) weitere separate Systeme zum Einsatz.

Während die Anbindung der Schulen der Stadt Bern an das Internet nicht redundant aufgebaut ist, ist die Anbindung der ID der Stadt Bern an das Internet redundant ausgeführt. Dabei weist ein Pfad eine signifikant höhere Bandbreite auf. Es ist zu klären, wie sich dieser Sachverhalt auf die genannten Performance-Probleme auswirkt.

Für die Umsetzung der base4kids2 Plattform ist darauf zu achten, dass die reguläre Nutzung über die performante Internet-Anbindung geschieht und nur bei deren Ausfall auf die langsamere gewechselt wird. Das Autorenteam geht davon aus, dass eine solche (einseitige) Netzwerk-Anbindung signifikante Kostenvorteile mit sich bringt, und zudem Ausfälle in diesem Bereich sehr selten vorkommen.

2.7 Stärken und Schwächen

In Workshops/Interviews mit den verschiedenen Stakeholdern wurden die Stärken und Schwächen des bestehenden Systems erhoben. Grundsätzlich gibt es zwei Sichten, die im Folgenden beschrieben werden: 1. Sicht Lehrpersonen; 2. Sicht Informatik-Verantwortliche.

2.7.1 Stärken

Sicht Lehrpersonen:

Nr.	Beschreibung	Ursache
01	Gesamtsystem: Das System funktioniert grösstenteils, und die vorhandenen Geräte werden genutzt.	Gute Hard- und Software-Architektur und stabiler Betrieb
02	Hard- und Software: Die Ausstattung und die vorinstallierten Programme werden als gut und nützlich beurteilt	Gute Hard- und Software-Strategie
03	Administrationsrechte für Lehrkräfte: Freiheit der ICT-V beim Installieren/Verwalten von Programmen/Apps ist eine Stärke, die bewahrt werden sollte	Berechtigungs-Verwaltung
04	Hard- und Software: Einheitlichkeit: Alle bekommen dieselbe Hard- und Software. Im Vergleich zu anderen Schulen ist diese gut.	Gute Hard- und Software-Strategie
05	Support: Zuständigkeiten auf 1st-, 2nd-, 3rd-Level sind klar definiert	Passende Governance
06	Steuerung: Möglichkeit des Austausches an ICT-V-Sitzungen	Gute Prozesse

Sicht Informatik-Verantwortliche:

Nr.	Beschreibung	Ursache
01	Offene Standards und «Best of Breed» Ansatz der ID	Bestreben Wettbewerbsfähigkeit
02	2 Datacenter für Data Rescue vorhanden	Bestreben Wettbewerbsfähigkeit
03	Architektur-Richtlinien sind vorhanden in Anlehnung an TOGAF	Bestreben Wettbewerbsfähigkeit
04	Das Netzwerk ID der Stadt Bern ist State of the art (MPLS)	Bestreben Wettbewerbsfähigkeit
05	Schulen werden netzwerktechnisch als Mandanten geführt	Schulen sind nur ein Dienstleistungsnehmer

2.7.2 Schwächen

Sicht Lehrpersonen (Fett markierte Schwächen wurden von den Interviewpartnern betont):

Nr.	Beschreibung	Ursache
01	<p>Tiefe System-Performance:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Langsame Internetverbindung - Träges System, vor allem bei Zugriff von extern - Internes Netzwerk zu langsam - Probleme beim Abspielen von Medien - Schlechte Peak-Performance 	Schlechter Durchsatz

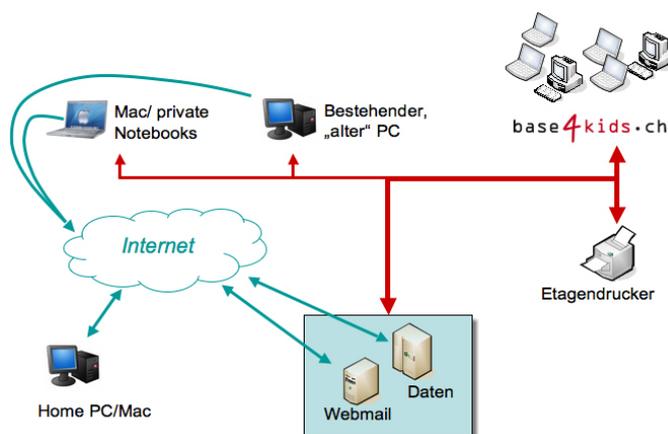
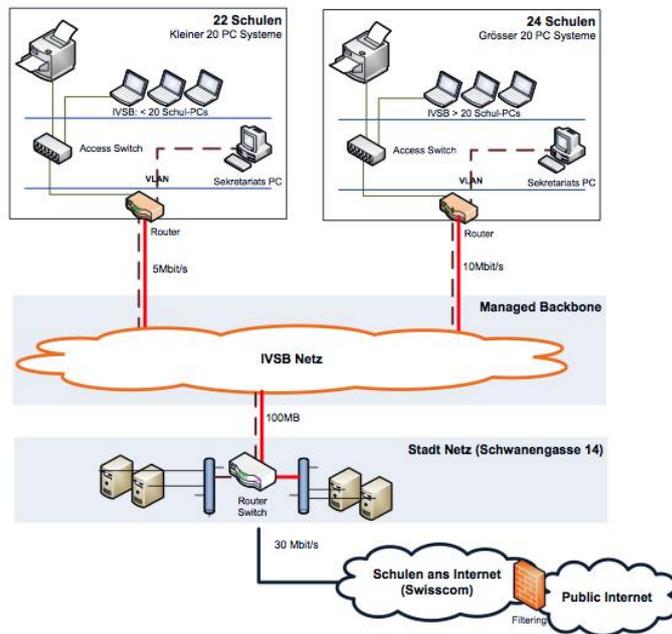
Nr.	Beschreibung	Ursache
02	<i>Stabilität & Zuverlässigkeit: Teilweise schlechte Zuverlässigkeit von base4kids</i>	Unbekannt
03	Hardware: Zu wenige Geräte. Pools sind möglich, der Aufwand für die Planung ist aber zu hoch.	Zu wenig Geräte, kein BYOD
04	<i>Clients: Veraltete Geräte (3 jährig), Geräte zu gross und sperrig</i>	Client-Lifecycle
05	<i>Hardware: Keine Tablets für neue Lehrmittel</i>	<i>Für die neuen Lehrmittel werden in Lehrerfortbildungskursen seit kurzem Tablets empfohlen.</i>
06	Anmeldung und Authentifizierung dauern zu lange	Unbekannt
07	<i>AIM: fehlendes Single-Sign-On (SSO), die User müssen sich mehrmals anmelden.</i>	Fehlendes SSO
08	<i>Berechtigungs-Verwaltung: Fileway sei ein antiquiertes, nicht selbsterklärendes System mit vielen Hürden für den Benutzer</i>	Veraltete Technologie
09	<i>Rechtevergabe: Berechtigungen können nur an alle oder einzeln vergeben werden. Das Bilden von Gruppen ist nicht möglich</i>	Fehlende Funktionalität in der Berechtigungs-Verwaltung
10	<i>WLAN: Nicht-flächendeckend Abdeckung</i>	Anzahl Hotspots
11	<i>Mail-Programm: Nur Text-E-Mails möglich – kein HTML</i>	Fehlende Funktionalität
12	<i>Dokumentenmanagement: Filezugriff nur über Browser, kein Drag and Drop (externer Zugriff über Fileway)</i>	Fehlende Funktionalität
13	Usability: Benutzerfreundlichkeit im Allgemeinen tief	Unbekannt
14	<i>Betrieb (ID der Stadt Bern): Hohe Eigenleistung und Eigeninitiative durch Schulen, um die Infrastruktur zu erhalten, keine Unterstützung seitens ID</i>	Unbekannt
15	Support (ID der Stadt Bern): <ul style="list-style-type: none"> - Fehlende Kundenorientierung und fehlendes Wissen über die Bedürfnisse der Schulen - Keinen eigentlichen Ansprechpartner/Betreuer - Fehlende Flexibilität (Nur was in den SLA steht, wird gemacht) - Unterschiedliche Kompetenzen und Qualität des Supports - Unzureichende Problemlösung („nur Clients neu aufsetzen“) 	Unbekannt
16	Support (ID der Stadt Bern): Fehlende Services: WLAN, Beamer, Drucker, Digitalkameras nicht im Servicekatalog und damit kein Support	Fehlende (Support-) Services, keine Betreuung
17	<i>base4kids für junge Schüler zu komplex und nicht altersgerecht</i>	Produktwahl
18	<i>base4kids Struktur und Aufbau schwierig und kompliziert</i>	Produktwahl
19	<i>Speicherplatz: Zu wenig Speicherplatz (obwohl kein Einsatz von Quotas)</i>	Ggf zu geringe Vorhaltekapazität

Sicht Informatik-Verantwortliche an den Schulen (ICT-V)

Nr.	Beschreibung	Ursache
01	IT-Weisungen für Interaktion mit ID der Stadt Bern existieren zwar, aber es herrscht wenig Kontrolle	Heterogenität
02	Schulen haben sehr unterschiedliche Internetanbindung: Latenz, Bandbreite, Redundanz	Heterogenität
03	Das WLAN in den Schulen entspricht SOHO Niveau	Workarounds durch Schulautonomie
04	Hohe Heterogenität im Gebäudeanschluss der Schulen	Heterogenität und Anbindung der Bezirke
05	Anbindung der Schulen an die ID der Stadt Bern ist sehr unterschiedlich, diese Heterogenität der Schulen führt zu Mehraufwänden im Support	Heterogenität und Autonomie
06	Autonomie der Schulen/Lehrer führt zu Ausfällen und Netzproblemen	Heterogenität und Autonomie
07	ICT-V haben tiefe Erreichbarkeit, was zu Informations- und Zeitengpässen führt	Doppelrolle der ICT-V
08	ICT-V sind zwar meldeberechtigt, können aber selbst keine Tickets erfassen	Organisation ID und Autonomie der Schulen
09	Es gibt aktuell keine durchgängigen und übergreifenden Nutzungs-Richtlinien	Organisation ID und Heterogenität
10	Fehlende Professionalisierung der Zusammenarbeit mit ICT-V	Kosten sowie Akzeptanz der ICT-V
11	Doppelte Internetanbindung der Schulen, einmal über Stadt Bern (2x 4 Gbit/s) und einmal über Swisscom, was zu Engpässen führt	Heterogenität und Autonomie
12	Nur teilweise NAS im Einsatz bei einigen Schulen (802.1x), keine zentrale Lösung	Heterogenität und Autonomie

2.8 Netzwerkkontext⁶

Abbildung 1: Netzwerkdesign und Systemkontext



Netzwerkdesign:

Bis 2015 sollen alle Schulen mit Glasfaseranschlüssen angeschlossen werden. Die Integration von "Schulen ans Internet" (SAI) wird zentral bei den ID der Stadt Bern realisiert. Damit sind die Dienstleistungen von SAI und das Content-Filtering im base4kids-Netz integriert.

Bis auf die Schulhäuser Länggasse/Muesmatt und Oberbottlingen/Neues Schulhaus werden bis 2025 sämtliche Schulstandorte mit FTTH (Glasfaseranschluss) erschlossen sein.

Zugriff auf Mail und Fileablage:

base4kids-Computer in den Schulhäusern greifen direkt auf das Webmail, die Fileablage und die Drucker zu. Andere Schul-PC und private Notebooks können den Internetzugang in den Schulhäusern benutzen.

Via Internetzugang kann von überall her auf Webmail und auf die Fileablage zugegriffen werden. Das ermöglicht Lehrpersonen, Schülerinnen und Schülern auch zuhause den Up- und Download von Dokumenten in und aus dem Schulnetz.

Mit der Beschreibung wurde aufgezeigt, wie Netzwerkdesign und Filezugriff bei base4kids gestaltet sind.

⁶ <http://www.base4kids.ch/de/Informationen/Technik>, gesehen am 18.1.2016

3 Ziele base4kids2

3.1 System- / Produktziel

Aus dem Studienauftrag⁷ und aus den Interviews mit dem Projektteam wurden folgende Ziele abgeleitet und gewichtet. Diese umfassen die Kategorien Leistung, Funktionalität, Organisation und Wirtschaftlichkeit.

Legende:

- Gewicht: Muss = Ziel muss erreicht werden; Soll = Ziel soll erreicht werden

Nr	Kategorie	Ziel	Messgrösse	Gewicht	Zeitraum zur Erreichung
1	<i>Leistung</i>	Performerer Internetzugang pro Schulhaus	<i>Anforderungsabdeckung > 80%</i>	<i>Muss</i>	<i>Ab Einführung</i>
2	<i>Leistung</i>	Performantes und gemanagtes Enterprise WLAN in allen Schulhäusern inkl. Kindergärten	<i>Anforderungsabdeckung > 80%</i>	<i>Muss</i>	<i>Ab Einführung</i>
3	<i>Funktionalität/ Leistung</i>	Mobile Device Management mit Single Sign On Useridentifikation und Konfiguration verschiedenster mobiler Zugangsgeräte (Laptop, Tablets, Smartphones)	<i>Anforderungsabdeckung > 80%</i>	<i>Muss</i>	<i>Ab Einführung</i>
4	<i>Funktionalität/ Leistung</i>	Bereitstellung einer E-Learning-Plattform unabhängig vom verwendeten Gerätetyp	<i>Anforderungsabdeckung > 80%</i>	<i>Muss</i>	<i>Ab Einführung</i>
5	<i>Funktionalität/ Leistung</i>	Bereitstellung notwendiger Applikationen (Office-Funktionalitäten und spezifische Lernsoftware)	<i>Anforderungsabdeckung > 80%</i>	<i>Muss</i>	<i>Ab Einführung</i>
6	<i>Funktionalität/ Leistung</i>	Gewährleistung einer 1:1-Ausstattung (1 Gerät pro Schüler) mit entsprechenden Geräten in den Schulen bis 2025	<i>Anforderungsabdeckung > 80%</i>	<i>Muss</i>	<i>Ab 2025</i>

⁷ Vgl. Auftrag Technologiestudie Infrastrukturen b4k2_def

Nr	Kategorie	Ziel	Messgrösse	Gewicht	Zeitraum zur Erreichung
7	<i>Funktionalität/Leistung</i>	Hohe Usability der Lösung unabhängig vom Nutzungsstandort (intern/extern)	<i>Anforderungsabdeckung > 80%</i>	<i>Muss</i>	<i>Ab Einführung</i>
8	<i>Organisation/Support</i>	Zentraler und bedürfnisorientierter Support mit definierten Ansprechpartnern und klaren Zuständigkeiten	<i>Anforderungsabdeckung > 80%</i>	<i>Muss</i>	<i>Ab Einführung</i>
10	<i>Wirtschaftlichkeit/Finanzen</i>	Investitionskosten stehen im Verhältnis zum kompletten Neuaufbau der base4kids2 Infrastruktur	<i>System-/Produktkosten unter 8 Mio. CHF (CAPEX)</i>	<i>Soll</i>	<i>Nach Einführung</i>

3.2 Projektvorgehensziele

Die Projektvorgehensziele beinhalten die Kategorien Termin, Kosten und Kommunikation. Die Gewichtung wurde vom Autorenteam vorgenommen.

Legende:

- Gewicht: Muss = Ziel muss erreicht werden; Soll = Ziel soll erreicht werden
- Priorität: 1 = sehr hohe Priorität; 2 = mittlere Priorität; 3 = geringere Priorität

Nr	Kategorie	Beschreibung	Messgrösse	Gewicht	Priorität
1	<i>Termin</i>	<i>Projektabschluss bis Mitte Mai 2016</i>	<i>Abnahme Ergebnisse durch Steuerrungsausschuss</i>	<i>Muss</i>	<i>1</i>
2	<i>Kosten (Budget)</i>	<i>Einhaltung des vereinbarten Kostenrahmens</i>	<i>Abweichung Projektkosten</i>	<i>Soll</i>	<i>1</i>
3	<i>Kommunikation</i>	<i>Offene Kommunikation und Einbindung des Projektteams bei Meilensteinerreichung</i>	<i>Anzahl Teamworkshops zur Vernehmlassung = Anzahl Meilensteine</i>	<i>Soll</i>	<i>2</i>

4 Strategiebezug und Umsetzung von Vorgaben

4.1 Strategiebezug

Den im Rahmen der Technologiestudie entwickelten Aussagen liegt neben den Lehrplan- und Lehrmittelvorgaben des Kantons Bern ebenfalls die Empfehlungen des Kantons Bern zur Lehrerausbildung⁸ zu Grunde.

Sämtliche in Bezug auf die ID der Stadt Bern gestellten Anmerkungen orientieren sich an der ICT-Strategie 2013-2016 der Stadt Bern⁹.

4.2 Empfehlungen der Erziehungsdirektion Kanton Bern

Die Erziehungsdirektion des Kantons Bern definiert in ihren Empfehlungen „Infrastruktur und Informatikrüstung der Schulen“ (Stand Dezember 2014)¹⁰ wie folgt:

„Aus heutiger Sicht empfiehlt es sich, eine Anschaffungsstrategie mit dem Ziel zu erarbeiten, dass längerfristig jede Schülerin und jeder Schüler regelmässig im Unterricht mit einem Gerät arbeiten kann. Dies lässt sich sowohl mit persönlichen, schuleigenen oder einer Mischform von Arbeitsgeräten erreichen.“

Arbeitsgeräte, Internetzugang und Ausstattung der Unterrichtsräume

Lehrpersonen erhalten (ab einem bestimmten Pensum) ein Arbeitsgerät.

Bei der Auswahl der Arbeitsgeräte für den Unterricht ist darauf zu achten, dass sie

- *über gängige multimediale Audio-, Video- und Fotoaufnahme- und Abspielfunktionen verfügen,*
- *über einen Breitbandanschluss mit dem Internet verbunden sind,*
- *möglichst flexibel in vielfältigen Unterrichtsformen eingesetzt werden können,*
- *möglichst schnell für den Unterricht einsatzbereit sind (schnelles Aufstarten und geringer Vorbereitungsaufwand).*

Die Schule sollte gewährleisten können, dass mit einer ganzen Klasse gleichzeitig mit einem Arbeitsgerät pro Schülerin und Schüler gearbeitet werden kann.

Multimediale Präsentationsmöglichkeiten (z.B. Beamer, interaktive Wandtafel) mit Lautsprecheranlage in Unterrichtsräumen sind hilfreiche Mittel und ermöglichen eine vielfältige und abwechslungsreiche Unterrichtsgestaltung und können einen pädagogischen Mehrwert erzeugen. Die Möglichkeit zum Ausdruck auf multifunktionale Kopiergeräte kann helfen, die Anzahl der Drucker gering zu halten.

4.3 Anforderungen aus dem Lehrplan 21

Die Informatik- und Medienkompetenz gilt inzwischen als vierte Kulturtechnik, welche neben Schreiben, Lesen und Rechnen zu den Grundkompetenzen gehören, welche die Volksschule zu vermitteln hat. Medien prägen und durchdringen dabei sämtliche Lebensbereiche in unserer Gesellschaft. Die so genannte Medienkompetenz wird als Schlüsselkompetenz im 21.

⁸ Vgl. Lehrplan 21: http://www.erz.be.ch/erz/de/index/kindergarten_volksschule/kindergarten_volksschule/lehrplan_21.html, gesehen am 11.2.2016

⁹ <http://www.bern.ch/politik-und-verwaltung/stadtverwaltung/fpi/informatikdienste>, gesehen am 11.02.2016

¹⁰ Auftrag Technologiestudie Infrastrukturen b4k2_def, S. 7. Siehe auch: http://www.erz.be.ch/erz/de/index/kindergarten_volksschule/kindergarten_volksschule/schulleitungen_undlehrpersonen/ict_an_den_schulen/ict_infrastruktur.html, gesehen am 18.1.2016

Jahrhundert bezeichnet. Im Lehrplan 21 werden dazu folgende Kompetenzen im fächerübergreifenden Thema "Medien und Informatik"¹¹ ausgeführt:

Medien

1. Die Schülerinnen und Schüler können sich in der physischen Umwelt sowie in medialen und virtuellen Lebensräumen orientieren und sich darin entsprechend den Gesetzen, Regeln und Wertesystemen verhalten.
2. Die Schülerinnen und Schüler können Medien und Medienbeiträge entschlüsseln, reflektieren und nutzen.
3. Die Schülerinnen und Schüler können Gedanken, Meinungen, Erfahrungen und Wissen in Medienbeiträge umsetzen und unter Einbezug der Gesetze, Regeln und Wertesysteme auch veröffentlichen.
4. Die Schülerinnen und Schüler können Medien interaktiv nutzen sowie mit anderen kommunizieren und kooperieren.

Informatik

1. Die Schülerinnen und Schüler können Daten aus ihrer Umwelt darstellen, strukturieren und auswerten.
2. Die Schülerinnen und Schüler können einfache Problemstellungen analysieren, mögliche Lösungsverfahren beschreiben und in Programmen umsetzen.
3. Die Schülerinnen und Schüler verstehen Aufbau und Funktionsweise von informationsverarbeitenden Systemen und können Konzepte der sicheren Datenverarbeitung anwenden.

¹¹ Auftrag Technologiestudie Infrastrukturen b4k2_def

5 Trendanalyse

5.1 Technologietrends im Bildungsbereich

Verschiedene Trends und Themen prägen die aktuelle technologische Entwicklung im Bildungsbereich. Der folgende Überblick soll als Grundlage für die weiteren Ausführungen dienen.

5.1.1 10 globale Technologietrends im Bildungsbereich¹²

1. **Mobile Learning:** Steigert die Lust am Lernen und ermöglicht eine bessere Nutzung von Leerzeiten. Einsatz von Notebooks, Tablets etc. in der Schule anstelle von PCs
2. **Cloud-Computing:** Ermöglicht den einfacheren Zugang zu Lerninhalten für alle und von überall her sowie zu jeder Zeit: Zur Bereitstellung von Lerninhalten, zur Zusammenarbeit, für Tests und Prüfungen.
3. **One-to-One Computing:** Alle Schüler haben «ihr» Gerät (auch solche die von den Eltern keines erhalten)¹³
4. **Ubiquitous learning:** Lernen wird fast überall möglich sein, d.h. jederzeit lernen auch mit kleinen Zeitfenster und in individuellem Tempo
5. **Gaming:** Lernen wird in (soziale) Spiele eingebaut. Dies fördert die Motivation der Lernenden
6. **Personalized Learning:** Indem zuerst der Wissenstand jedes Schülers abgefragt wird, kann individueller gelernt werden (Konzentration auf Lücken und Schwierigkeiten)
7. **Redefinition of Learning Spaces:** Weil der Frontalunterricht abnehmen wird, brauchen Schulen auch andere Räumlichkeiten, die verschiedene Lernformen unterstützen z.B. solche für individuelles Lernen und solche für Projektarbeiten.
8. **Open Content:**
 - a. **Teacher-generated Open Content:** Immer mehr Lehrer bieten ihre Unterlagen auch anderen Lehrern zur Verwendung an. Dies führt zu besseren Unterlagen durch Feedback und weniger Vorbereitungszeit
 - b. **Open Educational Resources:** Bildungsinstitutionen, aber auch Private machen Bildungsinhalte frei zugänglich, die von Lehrern/Lernenden genutzt werden können.¹⁴
9. **Smart Portfolio Assessment:** Wenn die Kinder am Gerät Aufgaben lösen, kann die Lehrperson den individuellen Leistungsstand viel einfacher erkennen (Konzentration auf Lücken und Schwierigkeiten)
10. **Teacher managers/mentors:** Der Lehrer wird immer weniger direkt Wissen vermitteln, sondern vermehrt als Lern-Coach agieren

¹² Robert Hawkins. The Top 10 Global Trends in ICT and Education. Vortrag im Rahmen der LINC-Konferenz

¹³ Anm. d. Aut.: Heute wird auch mit Bring Your Own Device BYOD gearbeitet.

¹⁴ Als Erweiterung von Hawkins 8. Trend: <http://www.unesco.org/new/en/unesco/themes/icts/open-educational-resources/>, gesehen am 17.2.2016

5.1.2 Webbasierte Learning Management Systeme

Unter E-Learning werden alle Formen von Lernen verstanden, bei denen elektronische bzw. digitale Medien für die Präsentation und Distribution von Lernmaterialien und/oder zur Unterstützung zwischenmenschlicher Kommunikation zum Einsatz kommen (Michael Kerres). Als Lernplattform (engl. Learning Management System, LMS) werden Systeme bezeichnet, die für das Online- und/oder Präsenz-Kursangebot den kompletten (oder Teile des) Arbeitsablauf des Veranstaltungsmanagements von Buchungsprozessen, Lehr- und Lernprozessen bis zur Ressourcenadministration unterstützen können.

Fast alle Bildungsinstitutionen setzen heute E-Learning-Plattformen ein. Angestrebt wird ein so genanntes Blended Learning, eine didaktische Verknüpfung von konventionellem Präsenzunterricht und E-Learning.

Am Markt haben sich Web-basierte Anwendungen durchgesetzt. Dies, weil es keine Installation auf den Geräten bzw. Clients braucht und der Zugriff auf die Anwendung über einen Web-Browser für alle einfach möglich ist. Die Lernplattform (Anwendung) wird zentral auf einem Server installiert und betrieben. Sie enthält eine Datenbank, in welcher die Daten gehalten werden.

Eine Lernplattform verknüpft den Lehrkörper mit den Lernenden. Dabei werden zwei Ebenen unterschieden: 1. Lehren/Lernen und 2. Prüfen/Beweisen. Sie enthält folgende Basis-Komponenten:

- Benutzerverwaltung mit Rollen- und Rechtevergabe
- Kursverwaltung (Kursmanagement, Verwaltung der (multimedialen) Inhalte und Dateien z.B. Übungen oder Arbeitsblätter)
- Interaktionsmöglichkeiten (Chat, Foren, Wiki)
- Instrumente der Lernkontrolle (E-Assessment, E-Feedback)

5.1.3 Marktanalyse Learning Management Systems

Das Spektrum der Produkte reicht von kommerziellen (proprietären) Angeboten, die normalerweise ein Bezahlmodell pro User verwenden, bis zu Open Source Produkten, die frei verwendet werden können (GNU-Lizenz).¹⁵ Entweder wird „On-Premise“ installiert und Speicherplatz zur Verfügung gestellt, oder es wird ein Service bezogen (SAAS-Lösung). Der Zugang erfolgt bei beiden Varianten via Web-Browser.

Open Source Produkte sind vor allem bei Bildungsinstitutionen im Einsatz, wohingegen proprietäre Systeme vor allem bei firmeninternen Weiterbildungen eingesetzt werden sowie für die Aus- bzw. Weiterbildung von Partnern und Lieferanten.

Nachfolgend eine Auswahl von Open Source Produkten. Fett markiert sind in der Schweiz häufig verwendete Produkte, wobei educanet2 speziell auf Volksschulen ausgerichtet ist.

Die Tabelle enthält den Produktnamen, den Namen der Firma, den Firmensitz und den Link zum Produkt.

Produkt	Firma	Land	Website
Moodle	Moodle Community	AUS	https://moodle.org/
Ilias	Ilias	DE	www.ilias.de
educanet2	educa.ch	CH	https://www.educanet2.ch

¹⁵ Zur Installation und zur Konfiguration wird oftmals ein so genannter Distributor verwendet. Z.B. der Schweizer Ilias Premium Partner Studer-Raimann (<https://studer-raimann.ch/>), der auch ein Service anbietet.

OLAT	Universität Zürich UZH	CH	www.olat.org/
openOLAT	Frentix GmbH	CH	http://www.openolat.com/
Atutor	ATutor	USA	http://www.atutor.ca/
Canvas	Instructure Inc	USA	https://www.instructure.com/
Chamilo	Chamilo Association	USA	https://chamilo.org/
Claroline	Claroline Connect	BE	http://www.claroline.net/
LAMS	LAMS Foundation	Global	https://www.lamsfoundation.org/
Sakai	Apereo Network	USA	https://www.sakaiproject.org/
OpenSWAD	SWAD Development Team	ESP	https://openswad.org/
Totora	Totora Learning Solutions	GB	https://www.totalms.com/
WeBWork	University of Rochester	USA	http://webwork.maa.org/
Google Class-room	Google	USA	https://www.google.com/edu/products/productivity-tools/classroom/

Nachfolgend eine Auswahl¹⁶ von proprietären Produkten, basierend auf deren Verbreitung:

Produkt	Firma	Land	Website
efront	Epignosis	USA	http://www.efrontlearning.net/
Latitude Learning	Latitude Learning	USA	http://www.latitudelearning.com/
My Custom Event	My Custom Event	USA	mycustomevent.com/
Dokeos	Dokeos	FR	http://www.dokeos.com/
AcademyMaker	AcademyMaker	DE	www.academymaker.de
Docebo	Docebo S P A	IT	https://www.docebo.com/
Beook	ionesoft GmbH	DE	http://beook.ch/cms/tiki-index.php
SchoolTime	Collaboration NEXT GmbH	CH	http://www.schooltime.education/

5.1.4 Weitere Bildungstrends

Neben modernen E-Learning-Plattformen werden verschiedene Hardware-Komponenten bereits in Schulen/Bildungsinstitutionen eingesetzt. Dazu gehören:

- Aufzeichnung und Bereitstellung von Lehrveranstaltungen, um Präsenzzeiten zu verringern oder um Lerninhalte nochmals nachvollziehen zu können¹⁷
- Tablet-Klassen¹⁸: Tablets als Hauptwerkzeug im Unterricht

¹⁶ Der Markt erweist sich als gross. Bei der Recherche stiessen die Autoren auf über 300 proprietäre LMS.

¹⁷ Eingesetzt an den meisten Universitäten, z.B. Universität Zürich.

¹⁸ <https://www.youtube.com/watch?v=PyntYVo0wuM>, gesehen am 17.2.2016

- Smartphone-Klassen, deren Hauptwerkzeug das eigene Smartphone ist¹⁹
- Augmented/Virtual-Reality-Brillen: Simulations-Brillen oder Brillen, die die Realität mit zusätzlichen Informationen anreichern²⁰
- 3-D-Drucker im Werkunterricht²¹

5.2 ICT Technologietrends

Neben den Trends im Bildungsbereich gibt es weitere technologische Entwicklungen auf dem Markt verfügbar, die für base4kids2 relevant und nützlich sein können. Im Folgenden sollen diese kurz erläutert werden.

5.2.1 Cloud-Computing

Cloud-Computing (Cloud) ist seit mehreren Jahren der wichtigste und meistbeachtete Technologie-Trend mit «transformationellem» Charakter; dies bedeutet insbesondere:

- Cloud verändert grundlegend die Art und Weise wie ICT-Services zur Verfügung gestellt und bezogen werden
- Diese Veränderungen werden eine signifikante Marktdurchdringung erreichen

Cloud Charakteristika

Cloud wird gemäss NIST²² durch 5 spezifische Charakteristika bestimmt:

On Demand Self-service	<ul style="list-style-type: none"> • Benutzer/Kunden können Computer-Ressourcen selbstständig bereitstellen (ohne Eingriff eines Providers) • Dazu muss keine ICT Hardware evaluiert, eingekauft und verbaut werden, da sie virtualisiert bereits zur Verfügung steht • Daraus resultiert eine wesentlich raschere Bereitstellung von ICT Services («time to market») als bei klassisch bereitgestellten Umgebungen • Den Benutzern wird üblicherweise ein webbasiertes Portal zur individuellen Konfiguration der ICT-Ressourcen zur Verfügung gestellt (Anzahl CPU, Memory, etc.)
Broad Network Access	<ul style="list-style-type: none"> • Ressourcen, Services oder Applikationen sind von überall her über ein Netzwerk verfügbar (insb. Internet) • Der Zugriff auf Cloud-Service ist über Tablets, Laptops, Mobiltelefone, Workstations, etc. möglich
Ressource Pooling	<ul style="list-style-type: none"> • Benutzer (Mandanten) teilen sich die physischen Hardware-Ressourcen, welche dem Endbenutzer virtualisiert zur Verfügung gestellt werden • In einer Public-Cloud ist die Lokation der virtualisierten Ressourcen (Data, Computer) generell nicht bekannt

¹⁹ http://www.projektschule-goldau.ch/wp-content/uploads/2007/08/Bote_150611_iPhone-KlassewareinErfolg.pdf, gesehen am 17.2.2016.

²⁰ Eingesetzt zum Beispiel bei Bildung SBB, Steuerung & Entwicklung – Bildungsmedien.

²¹ <https://projekt-fabule.de/termine/3d-drucker-in-die-schulen/>, gesehen am 17.2.2016

²² www.nist.gov

	<ul style="list-style-type: none"> • Es ist von zentraler Bedeutung, dass die Ressourcen-Zuteilung innerhalb der Cloud passend auf die Benutzer verteilt werden können
Rapid Elasticity	<ul style="list-style-type: none"> • ICT-Ressourcen können rasch und automatisiert erhöht/verringert werden • Dabei entsteht für den Kunden der Eindruck einer quasi unlimitierten Kapazität und Performance («elasticity») • Kurzfristige Lastspitzen können so einfach abgedeckt werden
Measured Service	<ul style="list-style-type: none"> • Die verbrauchten Ressourcen (CPU, Data, Network) werden individuell gemessen und ausgewiesen • Dabei werden nur die effektiv verbrauchten Ressourcen verrechnet («pay per use»)

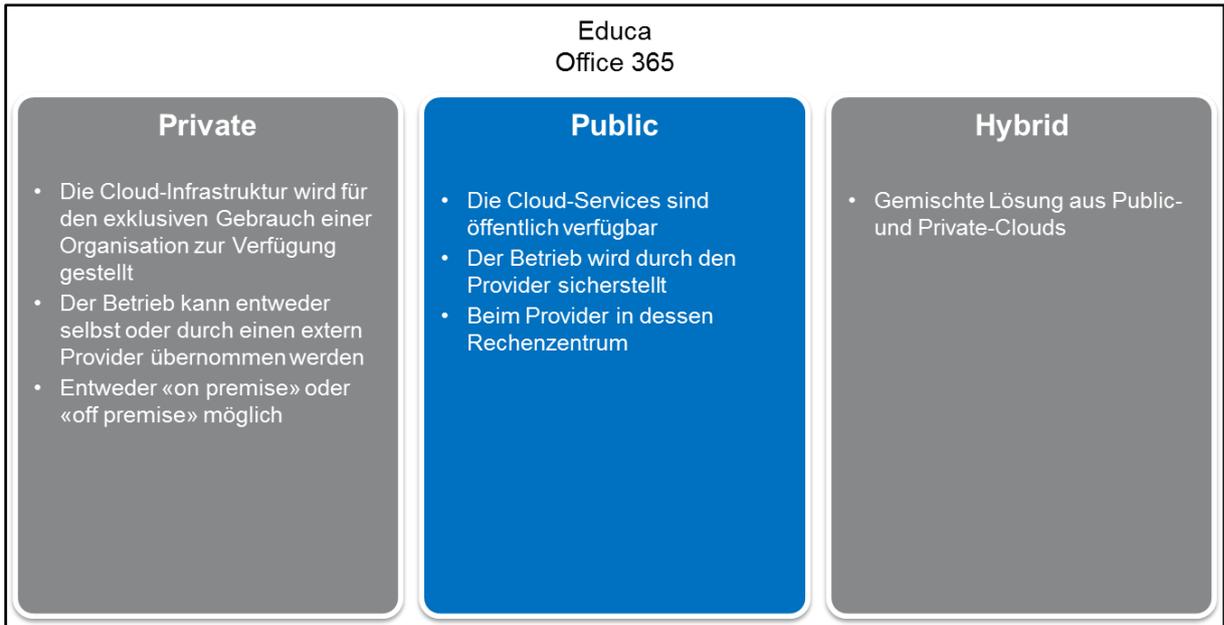
Cloud Bereitstellungsmodelle

Cloud Services werden durch 3 Bereitstellungsmodelle den Kunden zur Verfügung gestellt: «public», «private» und «hybrid». Für die Entwicklung der Lösungsvarianten wurde vor allem die Public-Cloud näher untersucht, weil sowohl im Office- wie auch im E-Learning Bereich kommerzielle Angebote dieser Art verfügbar sind. Wir gehen aber davon aus, dass letztlich auch die Schulen mittelfristig auf ein Hybrid-Modell setzen werden, bei welchem nur gewisse ICT-Services aus der Cloud bezogen werden.

Eine Private-Cloud, welche exklusiv für base4kids2 zur Verfügung stehen würde, ist aufgrund der vorliegenden Anforderungen weder notwendig noch sinnvoll. Die Anforderungen an Datensicherheit können auch bei der Bereitstellung durch eine Public-Cloud sichergestellt werden. Dies bedingt allerdings gewisse Vorkehrungen:

- Kritische Daten werden grundsätzlich in der Schweiz gespeichert (u.a. Noten oder persönlichkeitsbezogene Daten)
- Nur unkritische Daten dürfen in Clouds ausserhalb der Schweiz gespeichert werden
- Der Zugriff auf Cloud Services wird verschlüsselt

Abbildung 2: Bereitstellungsmodelle Cloud

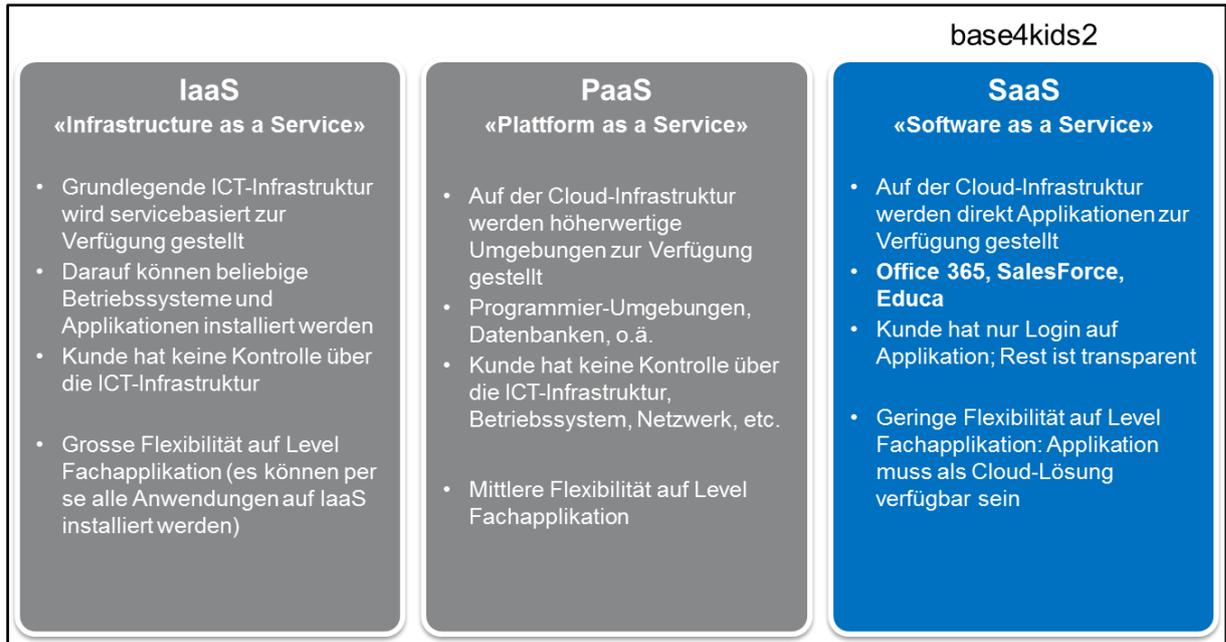


Cloud Service-Modelle

Neben der Einteilung in Bereitstellungsmodelle werden Cloud-Services durch unterschiedliche Service-Modelle angeboten, welche die Fertigungstiefe der Cloud beschreiben:

- IaaS: Es werden nur grundlegende ICT Services (z.B. Computer, Network, Data, ...) zur Verfügung gestellt. «Höherwertige» Services wie z.B. Betriebssysteme, Datenbanken oder Applikationen müssen durch den Cloud-Bezüger selbst bereitgestellt werden. Aus diesem Grund beinhaltet dieses Service-Modell eine hohe Variabilität auf der Applikations-Ebene. So profitieren zum Beispiel Legacy-Applikationen, welche nicht als SaaS Variante zur Verfügung stehen, von IaaS Umgebungen. Grundsätzlich wäre diese Variante für base4kids2 geeignet – die Vorteile sind jedoch geringer wie bei einer Nutzung von SaaS.
- PaaS: Zusätzlich zu IaaS werden Middleware-Komponenten als Service angeboten. Dies beinhaltet in den meisten Fällen Datenbank-Services oder Entwicklungsumgebungen. Dieses Service-Modell ist aufgrund fehlender Enduser-Funktionalitäten im Schulumfeld weniger geeignet für base4kids2.
- SaaS: Die Cloud stellt direkt Anwendungen als Service zur Verfügung. Sämtliche darunterliegenden Ebenen (Basis-Infrastruktur, Middleware, etc.) sind für den Anwender nicht sichtbar, werden aber ebenfalls bereit gestellt. SaaS besitzt im Vergleich zu IaaS eine geringe Variabilität in der Ebene der Anwender-Software, da diese zwingend durch einen Provider zur Verfügung gestellt werden muss. Im E-Learning Umfeld sind jedoch einige Lösungen bereits verfügbar. Deshalb wurde dieses Service-Modell für die weiteren Überlegungen in Bezug auf base4kids2 einbezogen.

Abbildung 3: Service-Modelle Cloud



5.2.2 «5G» Mobilfunk

Das “Next Generation mobile Networks” (NGMN), auch unter dem Stichwort “5G” bekannt, wird die aktuell bereits verfügbare “4G” Technologie (LTE Advanced) in wenigen Jahren technologisch ablösen. Für die kommerzielle Verfügbarkeit werden aber unterschiedliche Zeitpunkte nach 2020 genannt – je nach Standpunkt des Betrachters etwas früher oder später.

Durch die ca. 10 Mal höhere Bandbreite im Vergleich zu “4G” stellt die “5G” Technologie eine wesentliche Grundlage für die weitere Entwicklung der mobilen Vernetzung zur Verfügung. “5G” hat auch die verbesserte direkte Konnektivität zwischen Geräten (Device to Device) zum Ziel, so dass damit eine bislang unerreichte Netzstabilität erreicht werden soll.

Für das Projekt base4kids2 ist die “5G” Technologie aufgrund der signifikant höheren Bandbreiten und der verbesserten Stabilität grundsätzlich interessant. Aufgrund des noch unklaren Zeithorizonts nach 2020 ist eine Fokussierung auf diese Technologie im Rahmen der base4kids2 Überlegungen jedoch nicht zielführend.

5.2.3 3D Printing

3D Printing, im industriellen Kontext als additive Fertigung bezeichnet, ermöglicht die schichtweise Erzeugung von dreidimensionalen Objekten mittels speziellen 3D-Druckern. Die Erzeugung anhand eines Modells wird durch Computer unterstützt (Computer-Aided-Design, CAD) und benötigt z.B. flüssige oder feste Kunststoffe als Ausgangsmaterial. Neben dem industriellen Einsatz sind mittlerweile bereits einfachere Geräte für den Privatgebrauch erhältlich.

Ob 3D Printing im Unterricht sinnvoll eingesetzt werden kann, muss grundsätzlich aus pädagogischer Sicht geklärt werden. Die gesellschaftlichen Folgen, und damit auch die Relevanz für Schulen, können aufgrund der noch tiefen Maturität nur ungenau abgeschätzt werden. Es wird empfohlen, die technologische Entwicklung von 3D Printing weiter zu verfolgen und gleichzeitig die pädagogische Einsetzbarkeit zu prüfen.

Sobald diese Technologie einen genügenden Reifegrad erreicht hat (in Verbindung mit Finanzierbarkeit), sollte 3D Printing in base4kids2 integrierbar sein.

5.2.4 Internet of Things (IoT)

Der Begriff «Internet of Things» (IoT) beschreibt, wie die zentrale Funktion des (Personal-) Computers nach und nach durch «intelligente» Gegenstände ersetzt wird. Der Computer soll nicht mehr spezifisch/aktiv bedient werden müssen, sondern soll künftig Menschen im Hintergrund unmerklich unterstützen. Grundlage dazu bieten die immer kleiner werdenden computerisierten Bausteine („Dinge“), welche unmerklich in der näheren Umgebung (Kleider, Wearables, Smartphones, etc.) eingesetzt werden können. Baubestandteile wie Sensoren erfassen dabei die Ist-Zustände der Umgebung. Die „Dinge“ gleichen die Ist-Zustände dann mit vom Menschen gewünschten Zuständen ab und führen entsprechende «intelligente» Aktionen aus.

Das IoT besteht somit nicht nur aus menschlichen Teilnehmern, sondern auch aus «Dingen» - es findet somit eine automatisierte Interaktion zwischen Menschen und «Dingen» statt. Grundlage für das Funktionieren des IoT ist die automatische Identifikation dieser Dinge z.B. mittels RFID und davon abgeleitet deren Funktion.

IoT wird als eine disruptive Technologie angesehen, welche das Potential für umfassende Veränderungen des täglichen Lebens mit sich bringt. Ob und wann ein Durchbruch stattfinden wird, kann zum heutigen Zeitpunkt noch nicht gesagt werden.

Analog zum 3D Printing muss aus pädagogischer Sicht entschieden werden, wann und inwiefern IoT (und der Umgang damit) in den Lehrplan aufgenommen wird.

5.3 Zusammenfassung Trendanalyse

Die fortschreitende technologische Diffusion bewirkt grosse Veränderungen im Bildungsbereich, die unter dem Begriff E-Learning subsumiert werden. Darunter werden alle Formen von Lernen verstanden, bei denen elektronische Medien zum Einsatz kommen. Fast alle Bildungsinstitutionen setzen heute auf E-Learning. Zum Einsatz kommen so genannte Lernplattformen («Learning Management Systems»), die den Unterricht im Sinne eines «blended Learnings» (didaktische Verknüpfung von Präsenzunterricht und E-Learning) unterstützen. Eine Lernplattform verknüpft den Lehrkörper mit den Lernenden und auch mit anderen Lehrern.

Am Markt haben sich webbasierte Anwendungen durchgesetzt. Das Spektrum der Produkte reicht von kommerziellen (proprietären) Angeboten, die normalerweise ein Bezahlmodell pro User verwenden, bis zu Open-Source-Produkten, die frei verwendet werden können (GNU-Lizenz). Die meisten Bildungsinstitutionen setzten auf Open-Source-Lösungen.

Dabei werden Cloud-Lösungen verwendet, die über einen Dienstleister bereitgestellt werden (Software as a Service). Vom Kunden bereitgestellte Inhalte sind von überall her mit allen Geräten verfügbar, Leistungen können dank Virtualisierung schnell skaliert werden. Bei Cloud-Lösungen werden drei Bereitstellungsmodelle unterschieden:

- Private Cloud: Die Infrastruktur wird exklusiv für einen Kunden bereitgestellt
- Public Cloud: Die Services sind öffentlich verfügbar und werden geteilt zur Verfügung gestellt.
- Hybrid Cloud: Gemischte Lösung aus Private und Public

Neben Lernplattformen werden verschiedene Hardware-Komponenten bereits in Schulen/Bildungsinstitutionen eingesetzt. Dazu gehören Kameras zum Aufzeichnen von Lernveranstaltungen, Tablets oder Smartphones als Werkzeuge im Unterricht, Virtual-Reality-Brillen zur Simulation und 3-D-Drucker z.B. im Werkunterricht.

Die Auswirkungen auf den Unterricht sind gross: Lernende der Zukunft lernen mobil, auf spielerische Weise, jederzeit und im individuellen Tempo. Sie haben ein eigenes Gerät, das entweder von der Schule zur Verfügung gestellt oder selbst gekauft und mitgebracht wird (BYOD). Der Zugang zu Lerninhalten ist jederzeit über Lernplattformen möglich.

Lernen wird individueller: Zuerst wird der Wissensstand des Lernenden abgefragt, dann konzentriert man sich auf Lücken und Schwierigkeiten. In diesem Sinne ändert sich auch die Rolle des Lehrers: Der Lehrer wird immer mehr zum Coach, der die Lernenden punktuell unterstützt. Er setzt dabei auf Lernprogramme, die auch eine Überwachung des Lernprozesses erlauben. Wissen ist unbegrenzt verfügbar, Bildungsinhalte sind frei zugänglich. Dazu braucht er Räumlichkeiten, welche die verschiedenen Lernformen unterstützen und dementsprechend flexibel ausgestattet sind.

Um den Trends im Bildungsbereich zu begegnen, ist eine funktionierende, kabellose und performante Infrastruktur in den Schulen notwendig. Heute basiert der drahtlose Zugang zum Internet und damit auch der Zugriff auf Lerninhalte häufig auf der WLAN-Technologie. WLAN ist aktuell und mittelfristig die am häufigsten eingesetzte drahtlose Netzwerk-Technologie, wobei sich die Bandbreite stetig vergrössert. Die Konkurrenz-Technologie bei der Anbindung sind so genannte LTE-Netzwerke über Mobilfunk. Heute wird «4G» eingesetzt, das für kleine Organisationen eine Option der Anbindung darstellt. Mit der um 2020 erwarteten, nächsten Generation «5G» ändern sich die Rahmenbedingungen: «5G» wird dann für die mobile Vernetzung auch bezüglich Stabilität und Performanz eine echte Alternative zu WLAN darstellen.

6 Zielbild (Soll-Zustand)

Ausgehend von den in Kapitel 3 dargestellten System- und Produktzielen, muss base4kids2 darauf ausgerichtet sein, die Entwicklungstrends in der Ausgestaltung schulischer ICT-Landschaften mit Fokus auf die Anbindung an das Internet, die Empfehlungen der Erziehungsdirektion und die Umsetzung des Lehrplans 21 umzusetzen und sich in diesem Rahmen weiterentwickeln zu können.

Dafür sind flexible und skalierbare Services zur Verfügung zu stellen:

1. Performanter Internetzugang pro Schulhaus (regelmässig zu überprüfen)
2. Performantes und gemanagtes WLAN in allen Schulhäusern inkl. Kindergärten
3. Zentrales Mobile Device Management für:
 - Single Sign On Useridentifikation (IAM13)
 - Konfiguration diverser mobiler Zugangsgeräte (Laptop, Tablets, Smartphones)
4. Browserbasierte E-Learning-Plattform mit Kollaborationsfunktion (Zugang zu webbasierten Anwendungen wie Lernangebote, lokale Lernsoftware via IAM)
5. Office Funktionen mit Datenablage, Mail, Kalender, Gruppenumgebungen
6. Hohe Usability (Gerätetyp-unabhängig) der zur Verfügung gestellten Plattform
7. 1:1-Ausstattung mit Laptops und/oder Tablets für Schulen und Kindergärten (bzw. Möglichkeit von BYOD) inkl. Gerätetyp-unabhängiger Druck-/Präsentationsmöglichkeiten
8. Zentraler und bedürfnisorientierter Support der ICT-Services mit definierten Ansprechpartnern und klaren Zuständigkeiten

Planungshorizont für 1:1-Ausstattung

Die 1:1-Ausstattung (1:1-Computing) der Lernenden mit Geräten bis 2025 soll in drei Phasen erreicht werden:

Phase 1

Zu Beginn der Umsetzung von base4kids2 (ca. 2018/2019) kann mit 6 bis 7 mobilen Geräten pro Klasse (respektive 1 Klassensatz pro 2 Klassen in Zyklus 3²³, 1 Klassensatz pro 3 Klassen in Zyklus 2 und 1 Klassensatz pro 4 Klassen in Zyklus 1) oder ca. 5'000 Geräten geplant werden. Alternativ kann auch mit 4 mobilen Geräten (Laptops und/oder Tablets) pro Klasse plus eine bestimmte Anzahl Geräte in einem Gerätepool abhängig vom pädagogischen Konzept der Schule gerechnet werden. Bring Your Own Device (BOYD) wird durch die Möglichkeit, eigene Geräte zu benutzen²⁴ gefördert.

Phase 2

Die Erneuerung der ersten Gerätegeneration erfolgt nach ca. 5 Jahren (ca. 2023/24) mit einem grösseren Mengengerüst von ca. 7'000 Geräten (8 bis 10 mobile Geräte pro Klasse) BOYD wird konsequent gefördert.

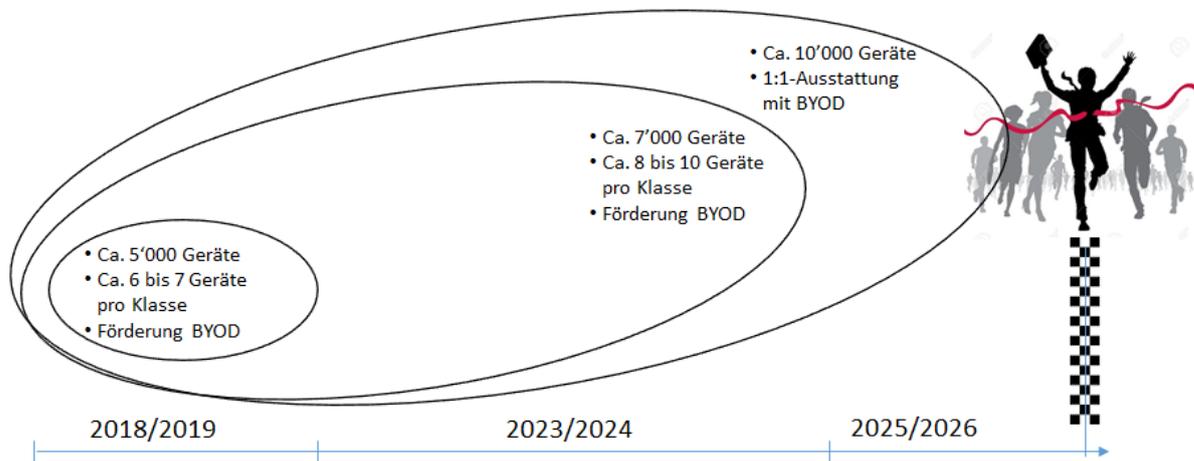
^{23 23} Die elf Jahrgänge der Volksschule werden in drei Zyklen gegliedert: Zyklus 1, Kindergarten bis 2. Klasse; Zyklus 2, 3. bis 6. Klasse und Zyklus 3, 7. bis 9. Klasse (Sekundarstufe).

²⁴ Der Einsatz von BYOD bedingt entsprechende Vorgaben an die mitgebrachten Geräte.

Phase 3

Das Ziel einer 1:1-Ausstattung mit schuleigenen Geräten und BYOD ist ca. 5 Jahre nach Projektstart erreicht.

Abbildung 4: Grobentwicklung Mengengerüst zur Erreichung der 1:1-Ausstattung



7 Grobanforderungen

Die folgenden Grobanforderungen wurden mit den Mitgliedern des Projektteams, welche sich aus Vertretern des Schulamtes, der Lehrer, der Schulleitung, der ICT-Verantwortlichen sowie der ID der Stadt Bern zusammensetzt, erhoben und priorisiert. Die Prioritäten fliessen als Gewichtungsfaktoren in die Bewertung der Varianten ein (vgl. Kapitel 8).

- Anf.-Art = Anforderungsart: G = Geschäftsorganisation, F = Funktional, Q = Qualität, S = Sicherheit, M= Migration, A= Architektur, B = Betrieb
- Priorität: 1 = sehr hohe Priorität; 2 = mittlere Priorität; 3 = geringere Priorität

ID	Anforderung	Anf.-Art (G,F,Q,S, M, A,B)	Priorität (1-3)
Grundausstattung Hardware 2025			
1.1	<i>Fixe Anzahl Klassen-Geräte als Grundausstattung pro Klasse bei durchschnittlich 21 Schülern (4:1 für Zyklus 1, 2:1 für Zyklus 2, 1:1 für Zyklus 3)</i>	F	1
1.2	<i>Fixe Anzahl Lehrer-Geräte (1 Gerät pro Lehrer)</i>	F	1
1.3	<i>Möglichkeit von Schul-Geräten als Grundausstattung (Pool)</i>	F	1
1.4	<i>Schul-Tablets als Grundausstattung (Pool)</i>	F	1
1.5	<i>Geräte, die als Tablets und als Notebook verwendet werden können (Tablets mit Tastatur)</i>	F	1
1.6	<i>Spezifische Hardware pro Zielgruppe. Je älter die Zielgruppe ist, desto eher wird die Tastatur eingesetzt (Kindergarten Tablets, Primarstufe Tablets mit Tastatur, Sekundarstufe Notebooks oder Tablets mit Tastatur)</i>	F	1
1.7	<i>BYOD soll möglich sein</i>	A	1
1.8	<i>Computerraum mindestens ab Sekundarstufe. Arbeitsplätze inkl. Peripherie-Geräte (Docking-Station für Notebooks oder PC, Bildschirm, Tastatur und Maus) Anmerkung: Wenn jeder Schüler ein Gerät erhält, erübrigen sich Computerräume</i>	F	2
1.9	<i>Technologieunabhängiges Videoverbund-System im Computerraum sollte es solche geben</i>	F	2
1.10	<i>Reboot-System im Computerraum (Wiederherstellung Ausgangszustand)</i>	F	2
1.11	<i>Projektionsgeräte Beamer mit drahtloser Verbindung als Grundausstattung (Etagendrucker und Drucker in Lehrerzimmer)</i>	F	1
1.12	<i>1 Visualizer pro Klassenzimmer</i>	F	2
1.13	<i>Drucker mit drahtloser Verbindung als Grundausstattung (MFG mit Air-Print-Funktionalität)</i>	F	1
1.14	<i>3-D-Drucker (1 pro Schulhaus, kompatibel mit Druckernetzwerk)</i>	F	3
1.15	<i>Kopfhörer als Grundausstattung (individuell und 1:1)</i>	F	1
1.16	<i>Audioanlage pro Klassenzimmer zum Abspielen von Multimediainhalten</i>	F	1

ID	Anforderung	Anf.-Art (G,F,Q,S, M, A,B)	Priorität (1-3)
1.17	<i>Podcast-Einrichtung (Aufnahme und Wiedergabe von Lehrveranstaltungen)</i>	F	3
1.18	<i>Augmented-Reality-Brillen als Interaktions-Interface</i>	F	3
E-Learning Plattform (inkl. Kollaboration)			
<i>Funktionen</i>			
2.1	<i>Individueller, webbasierter Mailaccount pro Nutzer</i>	F	1
2.2	<i>Kalenderfunktion</i>	F	1
2.3	<i>Kollaborations-Funktionalitäten: Chat, Foren, Blog, Wiki, Gruppenarbeit, Infotexte, Schul-Facebook etc.</i>	F	1
2.4	<i>Abonnieren von Inhalten (RSS-Feed oder Benachrichtigungen)</i>	F	2
2.5	<i>Möglichkeit der Einbindung verschiedener Medien wie Lernvideos, Podcasts, Lernsoftware etc. (Multimedialität)</i>	F	1
2.6	<i>Lehrgänge sind auf der E-Learning-Plattform abbildbar, zur Verfügung stellen zwischen Lehrern/Schulen ist möglich</i>	F	2
2.7	<i>Lernkontrolle (E-Assessment / E-Feedback (Lehrer – Schüler / Schule – Schüler und vica versa, Peer-Assessment)) ist möglich</i>	F	2
2.8	<i>Bewertung von Schülern ist möglich (Bewertungsübersicht für Lehrkörper oder Einbindung eines bestehenden Dritt-Tools in die Plattform)</i>	F	2
2.9	<i>Media-Upload und Download direkt in E-Learning-Plattform (auch ausserhalb der Schulnetzwerkes)</i>	F	1
2.10	<i>Einschreibungs-Plug-in (Anmeldefunktion mit Obergrenze)</i>	F	2
Zugriff, Benutzergruppen und Berechtigung			
2.11	<i>User-Login Single Sign On (mit Integration von Applikationslogins online und offline) für alle Inhalte</i>	A	1
2.12	<i>Vergabe der Benutzerkonten aus Sclaris</i>	A	1
2.13	<i>App-Zugriff ohne Login auf Schultablets (unpersönlicher Nutzer)</i>	A	1
2.14	<i>Zentrale Rechteverwaltung:</i> <ul style="list-style-type: none"> - Rechtevergabe durch Schulen/Lehrer möglich - Verschiedene Stufen (Lehrer, Lernender, Admin, Besucher, z.B. Eltern) - Zugriff über Mitgliedschaft: Geschützte Kursräume, Gruppen erstellen und verwalten - Zentrale Einsicht in Applikationen durch Lehrer mit entsprechenden Rechten 	A	1
Architektur & Sicherheit			
2.15	<i>Keine lokale Softwareinstallation auf Clients bzw. Geräten</i>	A	1
2.16	<i>Enterprise Mobile Management (Projekt bei ID der Stadt Bern):</i> <ul style="list-style-type: none"> - Webbasierter Zugang mit vollem Zugriff auf Inhalte, Applikationsdaten etc. gemäss IAM 	A	1

ID	Anforderung	Anf.-Art (G,F,Q,S, M, A,B)	Priorität (1-3)
	<ul style="list-style-type: none"> - Benutzerindividuelle Installationen auf lokalem Gerät - Integration von Drittanbieter Apps auf allen Geräten 		
2.17	Basisdienste stehen zur Verfügung (Office, Audio- und Videobearbeitung etc.)	A	1
2.18	Speicherung individueller Daten aus Lernprogrammen (Arbeitsstand wird gespeichert, und Übung kann wieder aufgenommen werden)	A	2
2.19	Mehrsprachigkeit für Fremdsprachenunterricht (mind. DE, FR, IT, EN)	A	2
2.20	Hohe Usability des Front-Ends – identisches Look & Feel für alle Geräte	A	1
2.21	Individuelles Branding (Anpassungen am Design) möglich gemäss CICD Schulamt Stadt Bern	A	2
2.22	Einfacher Zugriff über mobile Geräte (Responsive Design)	A	1
2.23	E-Learning-Plattform: Plug-in-fähige Architektur (Basis- und Zusatzfunktionen)	A	2
2.24	Unterstützung von Standards (IMS-LTI, SCORM, HTML ²⁵)	A	2
Netzwerk & IT-Infrastruktur			
3.1	Flächendeckender Enterprise-WLAN-Zugang in allen Gebäuden	F	1
3.2	Nahtloser Wechsel der WLAN-Accesspoints ohne Unterbrüche (Seamless Handover)	F	1
3.3	Hohe und ausbaubare Bandbreite: Datenspitzenbelastbarkeit bei gleichzeitiger Mediaspeicherung/Audio- u. Videodateien (Synchronisation und Priorisierung von Inhalten)	F	1
3.4	Geräte-unabhängige drahtlose Audio- und Videoverbindung zur Multimediawiedergabe (Streaming)	F	1
3.5	Passwortgeschützter persönlicher WLAN-Zugang für alle Geräte (auch BYOD, Login via Benutzerkonto)	F	1
Nicht-Funktionale Anforderungen			
3.6	Keine sensiblen Daten im Ausland	S	1
3.7	Die Integrität der Daten ist sichergestellt: <ul style="list-style-type: none"> - Sichere Gruppen- und Personenablage online - Alle Netzverbindungen sind verschlüsselt - Sicherheit gegenüber Aussen ist gegeben - Eindeutige Authentifizierung (keine unpersönlichen Logins) 	S	1
3.8	Maximal tolerierbarer Datenverlust: 24h	Q	1
3.9	Gegebene Disaster Tauglichkeit (Brand, Hochwasser etc.) Bei zentraler Datenablage: 24h	Q	1
3.10	Hohe Verfügbarkeit des Systems. Maximal tolerierbare Service-Ausfallzeit für Incident ist 24h	Q	1

²⁵ IMS-LTI = Learning Tools Interoperability, SCORM = Sharable Content Object Reference Model

ID	Anforderung	Anf.-Art (G,F,Q,S, M, A,B)	Priorität (1-3)
Geschäftsorganisation			
4.1	<i>Klare und geregelte Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten</i>	G	1
4.2	<i>Problem- und kundenorientierter Support (bezogen auf schulische Anforderungen)</i>	G	1
4.3	<i>Rasche Problemlösung und Reaktion: max. 48h (abhängig vom Impact der Störung (= Dauer & Schweregrad))</i>	G	1

8 Lösungsvarianten

8.1 Grundlagen des Variantendesigns

Basierend auf den erhobenen Zielen und Grobanforderungen werden im folgenden Kapitel Lösungsvarianten hergeleitet. Zentrales, variantenübergreifendes Element ist dabei eine Performancedurchgängigkeit, die eine einfache und flexible Nutzung der bereitgestellten Technologie gewährleistet, und die die System- sowie Produktziele abdeckt (vgl. Abschnitt 3.1):

Nr. 1: Performanter Internetzugang pro Schulhaus

Nr. 2: Performantes und gemanagtes Enterprise WLAN in allen Schulräumlichkeiten

Nr. 7: Hohe Usability der Lösung unabhängig vom Nutzungsstandort (Schule, zu Hause, etc.)

Die Lösungsvarianten fokussieren daher auf die variablen Teile in den Bereichen Netzwerk-anbindung und E-Learning-Plattform / Office-Funktionalitäten (Backend), wohingegen im Bereich der Geräte, der Compliance und Datacenter / ICT-Infrastruktur variantenübergreifende Vorgaben gemacht werden (vgl. Abbildung 5).

Abbildung 5: Grundlagen des Variantendesign

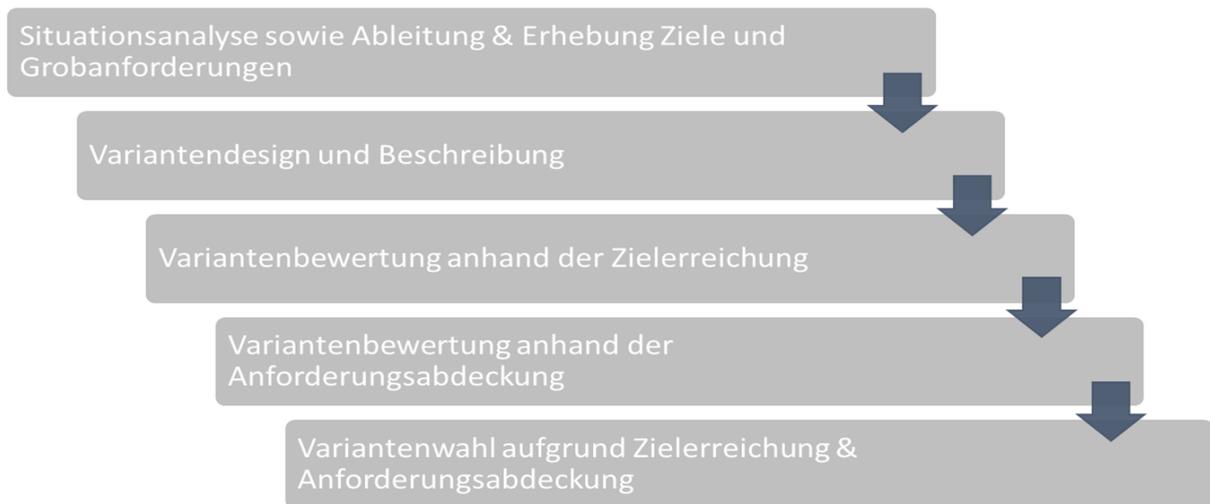


In den nachfolgenden Abschnitten werden die variantenübergreifenden Vorgaben dargelegt (Abschnitt 8.3), dann folgen die Lösungsvarianten zur Netzwerkanbindung (Abschnitt 8.5) und schliesslich die Backend Varianten (Abschnitt 8.6). Zuerst wird aber in Abschnitt 8.2 beschrieben, wie der Bewertungsmechanismus funktioniert: Die Varianten werden aufgrund der Zielerreichung und der Anforderungsabdeckung bewertet.

8.2 Methodik der Variantenwahl

Unter Berücksichtigung der variantenübergreifenden Vorgaben, die massgeblich zur Zielerreichung beitragen, werden Lösungsvarianten in den Bereichen der Netzwerkanbindung sowie E-Learning-Umgebung / Office-Funktionalitäten aufgezeigt, im Detail beschrieben und bewertet. Die Bewertung erfolgt dabei in einem ersten Schritt entlang der Zielerreichung und Anforderungsabdeckung (vgl. Abbildung 4).

Abbildung 6: Prozess Variantenauswahl



In einem zweiten Schritt wird die Variantenwahl den geschätzten Kosten gegenübergestellt. Die klassische Nutzwertanalyse ermöglicht die Gesamtbeurteilung und führt schliesslich zur Empfehlung. Diese beinhaltet die formulierten Vorgaben, eine Netzwerkanbindungs-Variante und eine Backend-Variante.

8.3 Variantenübergreifende Vorgaben

8.3.1 Geräte und Mengengerüst

Zur Sicherstellung der System- und Produktziele drei (Mobile Device Management (MDM) mit Single Sign On Useridentifikation und Konfiguration verschiedenster mobiler Zugangsgeräte) und sechs (Gewährleistung einer 1:1-Abdeckung mit entsprechenden Geräten in den Schulen) ist neben einer 1:1-Abdeckung mit Geräten ein zentrales sowie integrales MDM variantenübergreifend zu gewährleisten. Mit dem Ziel 1:1-Abdeckung rückt weniger die Anzahl der benötigten und zu verwendenden Geräte, sondern vielmehr die Frage nach deren Verteilung in den Fokus (Gerätepools vs. Klassensätze vs. Bring Your Own Device (BYOD) etc.). Gemeinsam mit den Mitgliedern des Projektteams wurden zwei alternative, zyklusorientierte²⁶ Verteilungen erarbeitet.

Progressives Mengengerüst:

Für das Jahr 2026²⁷ sollen zyklusspezifische **Klassensätze** mit folgender Verteilung angestrebt werden:

- Zyklus 1: 1 Gerät pro 4 Schüler (1:4-Abdeckung)
- Zyklus 2: 1 Gerät pro 1 Schüler (1:1-Abdeckung)
- Zyklus 3: 1 Gerät pro 1 Schüler (1:1-Abdeckung)

Konservatives Mengengerüst:

²⁶ Die elf Jahrgänge der Volksschule werden in drei Zyklen gegliedert: Zyklus 1, Kindergarten bis 2. Klasse; Zyklus 2, 3. bis 6. Klasse und Zyklus 3, 7. Bis 9. Klasse (Sekundarstufe).

²⁷ Vorgesehener Projektstart Anfang 2017.

Für das Jahr 2026 sollen zyklusspezifische **Klassensätze** mit folgender Verteilung angestrebt werden:

- Zyklus 1: 1 Gerät pro 4 Schüler (1:4-Abdeckung)
- Zyklus 2: 1 Gerät pro 2 Schüler (1:2-Abdeckung)
- Zyklus 3: 1 Gerät pro 1 Schüler (1:1-Abdeckung)

Die Klassensätze sollen den Schulen samt Verwahrungseinrichtung (Gerätekoffer für 20 Geräte, mit zentraler Stromaufladung) und Kopfhörern zur Verfügung gestellt werden, so dass die Schulen individuell entscheiden können, ob die Geräte klassenweise oder als Gerätpool bzw. im Computerraum verwendet werden sollen.

Jede **Lehrperson** ab einem gewissen Minimalpensum (z.B. ab 50% aufwärts) erhält zusätzlich ein Gerät zur persönlichen Verwendung.

Des Weiteren sollte pro Etage und pro Lehrerzimmer ein **Drucker** zur Verfügung stehen, wobei die Finanzierung des Betriebs individuell durch die jeweilige Schule erfolgt.²⁸

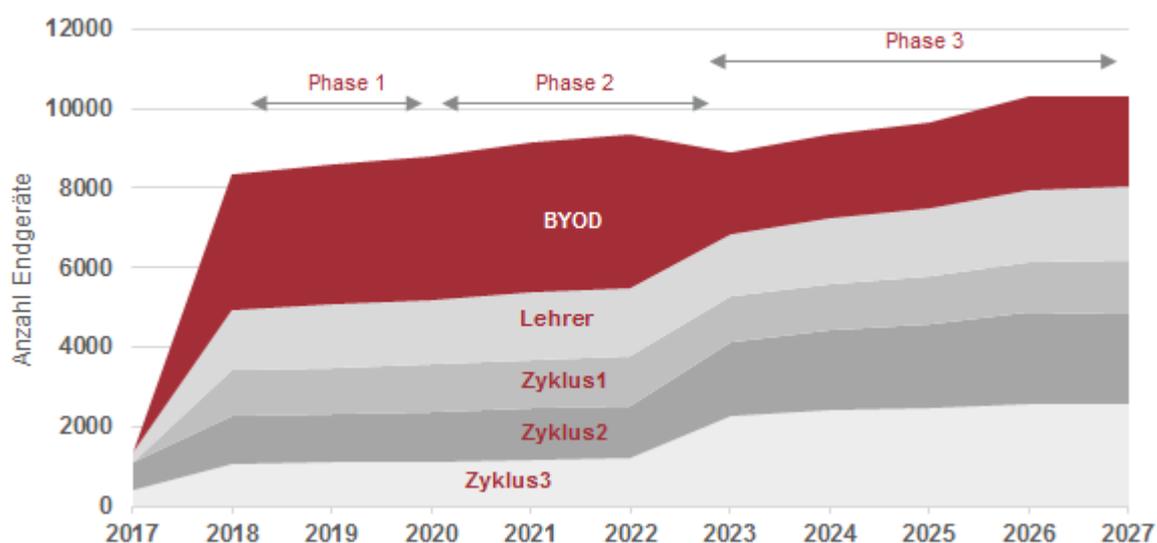
Die bereits in den Klassenräumen vorhandenen **Projektionsgeräte** (Beamer, Visualizer) sollen sich kabellos mit den Geräten verbinden lassen können. Auch diese sollen über die jeweilige Schule finanziert werden.²⁹

BYOD wird dabei als zentrales, **ausgleichendes Element** verstanden und soll bis zum Jahr 2026 die Sicherstellung einer 1:1 Ausstattung im Unterricht der Zyklen 2 und 3 ermöglichen. Zudem unterstützt die Orientierung und Förderung von BYOD den Zugriff auf Inhalte und Funktionen von base4kids2 auch von ausserhalb des Schulhauses.

Ausgehend von den erhobenen Anforderungen empfiehlt das Projektteam, für die vom Schulamt zur Verfügung gestellten Geräte, den Einsatz von **Tablets im Zyklus 1** sowie den Einsatz von **Tablets mit Tastatur (Kombigeräte) im Zyklus 2 und 3**. Für **Lehrpersonen** wird der Einsatz von **Notebooks** empfohlen.

Die entsprechende allgemeine zeitliche Entwicklung des Mengengerüsts zur Erreichung des Zielbildes sind in Abbildung 7 und Abbildung 8 ersichtlich.

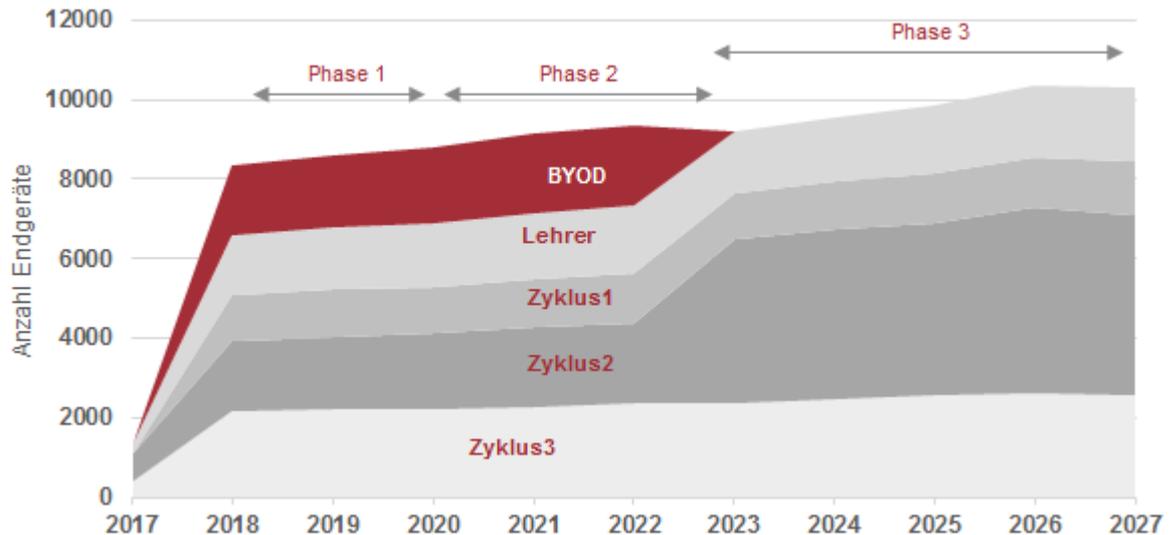
Abbildung 7: Konservative Entwicklung Anzahl Geräte



²⁸ Aus diesem Grund nicht Teil der in den Kapiteln 8.5.5, 8.6.5 und 10 erfolgenden Kostenbetrachtung

²⁹ Aus diesem Grund nicht Teil der in den Kapiteln 8.5.5, 8.6.5 und 10 erfolgenden Kostenbetrachtung

Abbildung 8: Progressive Entwicklung Anzahl Geräte



Zur Erreichung des Zielbildes soll die Anpassung der Geräteverteilung in beiden Alternativen zeitlich in drei Phasen erfolgen.

- In der Phase 1 wird der anvisierte Verteilungsschlüssel für die Lehrpersonen sowie den Zyklus 1 hergestellt. Die Verteilung im Zyklus 2 wird hinsichtlich einer Abdeckung von drei Geräten (konservativ) bzw. zwei Geräten (progressiv) pro Klasse angepasst und die Verteilung in Zyklus 3 an eine Abdeckung von zwei Geräten (konservativ) respektive ein Gerät (progressiv) pro Klasse angeglichen.
- In Phase 2 wächst die Geräteanzahl entsprechend der Schülerentwicklung.
- In Phase 3 wird dann die angestrebte Verteilung für das Jahr 2026 hergestellt.

Beide Mengengerüste stellen die Erreichung des Zielbildes, also die Bereitstellung der notwendigen Geräte bis zum Jahr 2026, sicher, unterscheiden sich aber hinsichtlich der zeitlichen Kostenverteilung. Während das konservative Mengengerüst eine Art unteren Schwellenwert darstellt, kann das progressive aus Sicht des Projektteams als Ideal-Variante beurteilt werden.

Die konkrete Typbestimmung je Gerät je Zyklus wird im Rahmen der Evaluation in der Projektphase „Konzept“, die noch vor den oben skizzierten Phasen der Umsetzung liegt, erfolgen. Zur Sicherstellung der durchgängigen Performance haben jedoch alle zu verwendenden Geräte folgende **Vorgaben** zu erfüllen:

- Vom Mobile Device Management (MDM) unterstützter Gerätetyp
- Browserbasiertes Arbeiten möglich (gängige Browser vorinstalliert)
- WLAN fähig

8.3.2 Mobile Device Management (MDM)

Für das reibungslose Funktionieren der base4kids2-Plattform ist der Einsatz eines MDM notwendig. Damit können die diversen Geräte wie Tablets, Smartphones, Laptops etc. zentral verwaltet werden. Das MDM ist integraler Bestandteil aller Backend-Varianten. Folgender Funktionsumfang ist vorgesehen:

- Inventarisierung von Hardware und Software (Inventory)
- Software-Verteilung auf Geräte (Deployment)

- Sicherheit und Datenschutz auf den Geräten
- Verwaltung des WLAN Zugriffs

Aus Sicht des Autorenteam erfüllt der heutige Infrastrukturpartner ID der Stadt Bern die Anforderungen an einen Betreiber eines modernen MDM (vgl. Kapitel 2.6). Aufgrund der bestehenden organisatorischen Nähe sollte eine Zusammenarbeit weiterhin präferiert werden.

8.3.3 ICT-Infrastruktur

Ausgehend von den diskutierten Stärken und Schwächen der aktuellen base4kids Plattform, der zukünftigen Technologieentwicklung (vgl. Kapitel 5) sowie der geforderten Leistung hat die zur Verfügung gestellte ICT-Infrastruktur folgende Vorgaben einzuhalten:

- Durchgängige Performance (End-to-End)
- Einhaltung der Informationssicherheit- und Datenschutz-Vorgaben (ISDS)
- Einbezug von Laptop, Tablets, Smartphones und Kombigeräten möglich (verschiedene Gerätetypen)
- Sichere Handhabung von "Bring Your Own Device" (BYOD)

Da der heutige Infrastrukturpartner (ID der Stadt Bern) diese Vorgaben an die ICT-Infrastruktur gemäss Analyse (vgl. Kapitel 2.6) erfüllt sowie organisatorisch nahebei ist, sollte eine Zusammenarbeit fortgesetzt werden.

8.4 Analyse und Bewertung der Vorgaben

Die Analyse und Bewertung erfolgt, wie in Abschnitt 8.2 beschrieben, über den Grad der Zielerreichung und den Grad der Anforderungsabdeckung: Durch die Einhaltung der Vorgaben werden die folgenden Ziele aus Kapitel 3 erreicht und folgende Anforderungen aus Kapitel 7 abgedeckt. Sowohl die erreichten Ziele als auch die abgedeckten Anforderungen werden nicht mehr in die späteren Bewertungen (Netzwerk & Anbindung, Backend-Varianten) einfließen.

Zielerreichung

Nr	Beschreibung	Zielerreichung durch Vorgaben
3	Mobile Device Management mit Single Sign On Useridentifikation und Konfiguration verschiedenster mobiler Zugangsgeräte (Laptop, Tablets, Smartphones)	<i>Erreicht</i>
6	Gewährleistung einer 1:1 Abdeckung (1 Gerät pro 1 Schüler) mit entsprechenden Geräten in den Schulen bis 2025	<i>Erreicht (Durch den Projektstart in 2017 verschiebt sich der Zeithorizont auf 2026)</i>
7	Hohe Usability der Lösung unabhängig vom Nutzungsstandort (intern/extern)	<i>Erreicht</i>

Anforderungsabdeckung

ID	Anforderungsbeschreibung	Abdeckung durch Vorgaben
1.1	<i>Fixe Anzahl Klassen-Geräte als Grundausstattung pro Klasse bei durchschnittlich 21 Schülern</i>	<i>Abgedeckt</i>
1.2	<i>Fixe Anzahl Lehrer-Geräte (1 Gerät pro Lehrer)</i>	<i>Abgedeckt</i>
1.3	<i>Möglichkeit von Schul-Geräten als Grundausstattung (Pool)</i>	<i>Abgedeckt</i>
1.4	<i>Schul-Tablets als Grundausstattung (Pool)</i>	<i>Abgedeckt</i>
1.5	<i>Geräte, die als Tablets und als Notebook verwendet werden können (Tablets mit Tastatur)</i>	<i>Abgedeckt</i>
1.6	<i>Spezifische Hardware pro Zielgruppe. Je älter die Zielgruppe wird, desto eher wird die Tastatur eingesetzt</i>	<i>Abgedeckt</i>
1.7	<i>BYOD soll möglich sein</i>	<i>Abgedeckt</i>
1.8	<i>Computerraum mindestens ab Sekundarstufe. Arbeitsplätze inkl. Peripherie-Geräte Anmerkung: Wenn jeder Schüler ein Gerät erhält, erübrigen sich Computerräume</i>	<i>Abgedeckt</i>
1.10	<i>Reboot-System im Computerraum (Wiederherstellung Ausgangszustand)</i>	<i>Abgedeckt</i>
1.11	<i>Projektionsgeräte Beamer mit drahtloser Verbindung als Grundausstattung (Etagedrucker und Drucker in Lehrerzimmern)</i>	<i>Abgedeckt</i>
1.12	<i>1 Visualizer pro Klassenzimmer</i>	<i>Abgedeckt</i>
1.13	<i>Drucker mit drahtloser Verbindung als Grundausstattung (MFG mit Air-Print-Funktionalität)</i>	<i>Abgedeckt</i>
1.15	<i>Kopfhörer als Grundausstattung</i>	<i>Abgedeckt</i>
1.16	<i>Audioanlage pro Klassenzimmer zum Abspielen von Multimediainhalten</i>	<i>Abgedeckt</i>
2.15	<i>Keine individuelle Softwareinstallation auf Clients (nur über zentrale Verteilmechanismen)</i>	<i>Abhängig von der zu evaluierenden Lösung</i>
2.16	<i>Enterprise Mobile Management:</i> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Webbasierter Zugang mit vollem Zugriff auf Inhalte, Applikationsdaten etc. gemäss IAM</i> - <i>Benutzerindividuelle Installationen auf lokales Gerät</i> - <i>Integration von Drittanbieter Apps auf allen Geräten</i> 	<i>Abgedeckt</i>
2.18	<i>Speicherung individueller Daten aus Lernprogrammen (Arbeitsstand wird gespeichert und Übung kann wieder aufgenommen werden)</i>	<i>Abgedeckt</i>

ID	Anforderungsbeschreibung	Abdeckung durch Vorgaben
3.3	<i>Hohe und ausbaubare Bandbreite: Datenspitzenbelastbarkeit bei gleichzeitiger Mediaspeicherung/Audio- u. Videodateien (Synchronisation und Priorisierung von Inhalten)</i>	<i>Abgedeckt</i>
3.4	<i>Geräte-unabhängige drahtlose Audio- und Videoverbindung zur Multimediawiedergabe (Streaming)</i>	<i>Abgedeckt</i>
3.6	<i>Keine sensiblen Daten im Ausland</i>	<i>Abgedeckt, bei Cloudprodukten zu klären (Serverstandort)</i>
3.7	<i>Die Integrität der Daten ist sichergestellt:</i> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Sichere Gruppen- und Personenablage online</i> - <i>Alle Netzverbindungen sind verschlüsselt</i> - <i>Sicherheit gegenüber Aussen ist gegeben</i> <i>Eindeutige Authentifizierung (keine unpersönlichen Logins)</i>	<i>Abgedeckt</i>
3.8	<i>Maximal tolerierbarer Datenverlust: 24h.</i>	<i>Abgedeckt</i>
3.9	<i>Gegebene Disaster Tauglichkeit (Brand, Hochwasser etc.) Bei zentraler Datenablage: 24h</i>	<i>Abgedeckt</i>
3.10	<i>Hohe Verfügbarkeit des Systems. Maximal tolerierbare Service-Ausfallzeit für Incident ist 24h</i>	<i>Abgedeckt</i>

Zusammenfassung

Durch die Vorgaben können 3 von 10 Zielen erreicht und viele Anforderungen abgedeckt werden. Bei der Anforderung «keine sensiblen Daten im Ausland» gibt es eine Einschränkung, falls die Office-Funktionalitäten als Service bezogen werden. Gemäss Projektteam wurde dies bereits rechtlich abgeklärt und als «genügend» sicher taxiert. Die Anforderung «keine lokale Softwareinstallation auf Clients» ist abhängig von der zu evaluierenden Lösung in der Projektphase Konzept. Der Abdeckungsgrad kann zu diesem Zeitpunkt nicht festgestellt werden.

8.5 Netzwerk & Anbindung

Die Vorgaben, Ziele und Anforderungen an base4kids2 sind in einigen Punkten deckungsgleich. Beim Netzwerk und bei der Anbindung der Schulhäuser ans Internet macht eine Variantenbetrachtung hingegen Sinn.

8.5.1 Varianten-Übersicht

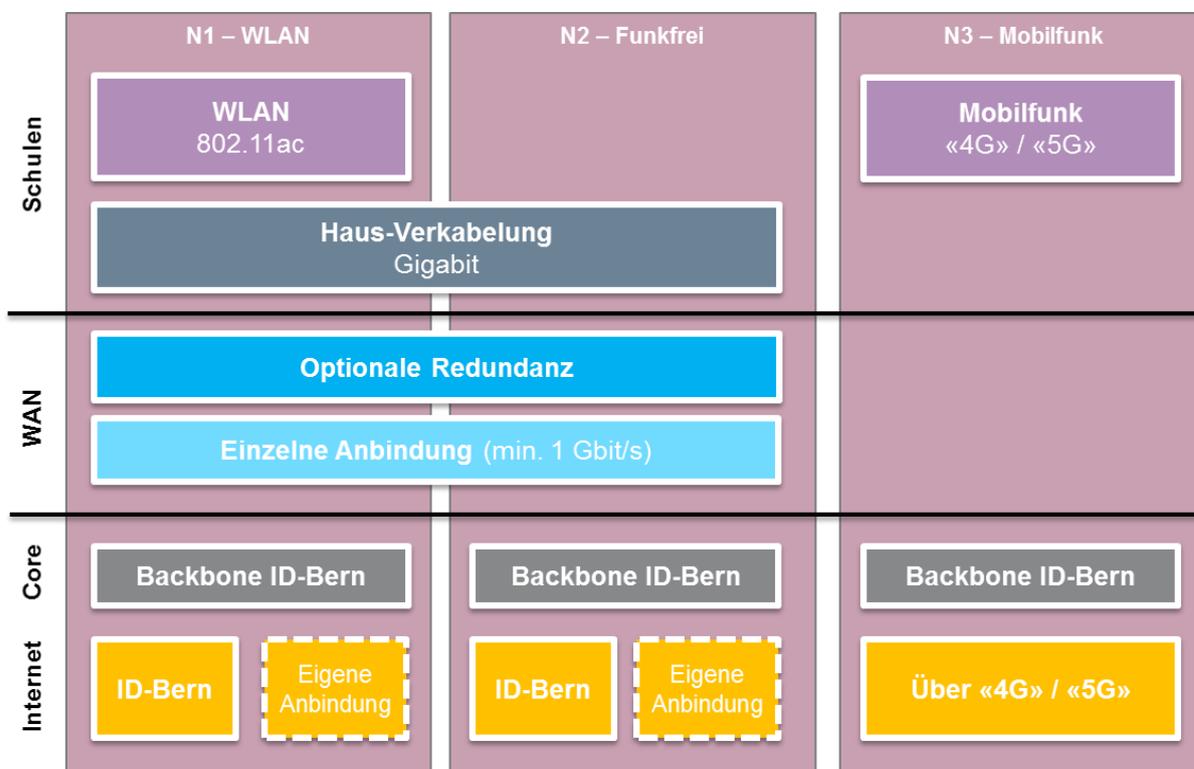
Folgende drei Varianten für die Anbindung der Schulhäuser sind möglich:

Variante	Beschreibung
N1	Anbindung durch WLAN: bewährte und vielfach verwendete Art mittlere und grössere Unternehmungen netzwerkässig professionell zu erschliessen.
N2	Anbindung ohne Funktechnologie (Nur Hausverkabelung): Stark eingeschränkte und nicht mehr zeitgemässe Variante zur Netzwerk-Erschliessung
N3	Anbindung durch Mobilfunk: Weniger breit eingesetzte Möglichkeit mittlere Unternehmungen netzwerkässig zu erschliessen.

Die nachfolgende Übersichtsgraphik zeigt die Unterschiede der Anbindungsvarianten. Diese werden in den nachfolgenden Abschnitten detaillierter beschrieben.

Sofern notwendig (z.B. bei grösseren Schulanlagen mit hohen Bandbreitenanforderungen) kann sowohl bei N1 als auch bei N2 eine eigene dedizierte Anbindung an das Internet geprüft werden.

Abbildung 9: Übersicht Netzwerk-Varianten



8.5.2 Variante N1 – WLAN

Kurzbeschreibung

N1 beschreibt die aktuell am häufigsten eingesetzte Art der Erschliessung von Gebäuden für mittlere bis grössere Unternehmungen. Aus diesem Grund sind in diesem Bereich genügend Angebote für Hardware, Software und Services verfügbar.

Die Variante zeichnet sich durch eine hohe Stabilität aus. Bei sehr hohen Anforderungen an die Verfügbarkeit der base4kids2 Plattform kann die WAN-Anbindung redundant ausgestattet werden. Es gilt dabei zu beachten, dass dadurch nicht nur ca. doppelt so hohe Anbindungskosten anfallen, sondern auch beide Entry-Points (Provider / Schulen) redundant ausgestattet werden müssen (Switches).

WLAN wird auch mittelfristig die am häufigsten eingesetzte drahtlose Netzwerk-Technologie sein. Dadurch ist eine rege Innovation im Gange, welche mittels neuen WLAN-Standards die Bandbreiten stetig verbessert. WLAN ist für Geräte, welche bei base4kids2 unterstützt sein müssen (Mobile, Tablet, Laptop) ideal.

Geschäftsorganisation

- Internet: Aufbau und Betrieb durch Infrastruktur-Provider in Zusammenarbeit mit Internet-Provider
- WAN: Aufbau und Betrieb durch Netzwerk-Provider. Schulen sind bereits über WAN Verbindungen angeschlossen (u.a. FTTH)
- Schulen/Hausverkabelung durch Immobilien der Stadt Bern (ISB)
- Schulen/WLAN: durch Netzwerk-Provider

System-Architektur

Variante N1 ist eine weit verbreitete und stabile Möglichkeit grössere Unternehmungen mit performanter Internet-Anbindung zu versorgen. Die redundante und performante Anbindung ans Internet wird über einen professionellen Anbieter (z.B. ID der Stadt Bern) übernommen.

Der WAN-Bereich wird mittels Glasfaser-Technologie gelöst, welche genügend Bandbreite für die Nutzung im Schulbereich zur Verfügung stellt. Die Schulen können dabei individuell entscheiden, ob eine zusätzliche Redundanz im WAN Bereich benötigt wird oder nicht.

Die Verkabelung in den Schulen (Stockwerk-Verteilung) wird einheitlich über Gigabit-Ethernet Technologie gelöst, welche sich mittlerweile als Standard etabliert hat. Geeignete Netzwerk-Switches (genügend Ports) und Kabel (Cat. 6e) werden anhand der bestehenden Mengengerüste und Ausbaustufe der Schulhäuser beschafft. Die Verkabelung dient der Erschliessung der WLAN Access Points in den einzelnen Stockwerken. Die Anzahl Access Points und deren optimale Positionierung wird anhand eines Site-Surveys festgelegt.

Im Client-Bereich wird ein Enterprise WLAN eingesetzt, welches durch einen Provider (z.B. ID der Stadt Bern) betrieben wird. Ein Enterprise WLAN zeichnet sich dadurch aus, dass es zentral gemanagt wird und pro Schulhaus ein (oder mehrere) durchgängige WLANs zur Verfügung stellt. Das bedeutet, dass Enduser sich einmalig am WLAN anmelden müssen, um dann auf dem gesamten Campus unterbruchsfrei auf das Netzwerk zugreifen zu können.

Informationssicherheit und Datenschutz

Die Variante N1 erfüllt die Anforderungen an Informationssicherheit und Datenschutz im Rahmen nachfolgender Prämissen:

- Netzwerk-Verbindungen sind grundsätzlich mit einer aktuellen Technologie verschlüsselt. Dies gilt insbesondere für WLAN, sowie Netzwerk-Strecken über öffentlichen Grund.
- Sensitive Daten (Passwörter o.ä.) werden nur verschlüsselt übertragen
- Bei Anforderungen nach Datenlokation in der Schweiz («data at rest») gilt dies auch für die Netzwerk-Verbindungen («data in transit»)
- Zentrale Verwaltung der Access-Points und Client-Geräte
- Zentrale Verwaltung der Sicherheit (Firewall, Intrusion detection/prevention, Jugendschutz)
- «redundantes WAN» für höchste Anforderungen an Service-Verfügbarkeit.

SWOT-Analyse N1

Stärken	Schwächen
<ul style="list-style-type: none"> • Bewährter Technologie-Einsatz • Stabile und bewährte Architektur • Genügend Angebote und Anbieter • Keine mengenmässige Einschränkungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausbauten im Bereich Stockwerk-Verkabelung notwendig
Chancen	Risiken
<ul style="list-style-type: none"> • Ausbaubarkeit, da modular aufgebaut 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiefe Akzeptanz bei Teilen der Elternschaft aufgrund flächendeckendem Einsatz WLAN

8.5.3 Variante N2 – Funkfrei

Kurzbeschreibung

Die Variante N2 wurde der Vollständigkeit halber mit in der Variantenwahl berücksichtigt, obwohl sie ein zentrales Element des Zielbildes nicht erfüllt: die flächendeckende Erschliessung mit WLAN. Ziel ist nicht eine «Streichvariante» mitzuführen, sondern um die Differenz in der Zielerreichung aufzeigen zu können, sollten z.B. die beiden Funkvarianten zu viele (gesundheitliche) Bedenken auslösen.

Geschäftsorganisation

- Internet: Aufbau und Betrieb durch Infrastruktur-Provider in Zusammenarbeit mit Internet-Provider
- WAN: Aufbau und Betrieb durch Netzwerk-Provider. Schulen sind bereits über WAN Verbindungen angeschlossen (u.a. FTTH)
- Schulen/Hausverkabelung: durch Immobilien Stadt Bern (ISB)

System-Architektur

Im Bereich Hausverkabelung ist die Variante N2 gleich gelöst wie N1. Da die Access-Möglichkeiten über Funktechnologie fehlt, muss die Netzwerk-Feinverteilung in den Schulzimmern durch einfache Switches ergänzt werden. Für den Einsatz von Tablets oder ähnlichen Geräten müssten (wie heute bereits teilweise im Einsatz) auf individueller Basis WLAN Access-Points betrieben werden, welche die Anforderungen an Sicherheit und Performance nicht ausreichend erfüllen.

Informationssicherheit und Datenschutz

Die Variante N2 erfüllt die Anforderungen an Informationssicherheit und Datenschutz im Rahmen nachfolgender Prämissen:

- Netzwerk-Verbindungen sind grundsätzlich mit einer aktuellen Technologie verschlüsselt. Dies gilt insbesondere Netzwerk-Strecken über öffentlichen Grund.
- Sensitive Daten (Passwörter o.ä.) werden nur verschlüsselt übertragen
- Bei Anforderungen nach Datenlokation in der Schweiz («data at rest») gilt dies auch für die Netzwerk-Verbindungen («data in transit»)
- Zentrale Verwaltung der Geräte
- Zentrale Verwaltung der Sicherheit (Firewall, Intrusion detection/prevention, Jugendschutz)

SWOT-Analyse N2

Stärken	Schwächen
<ul style="list-style-type: none">• Tiefere Belastung mit Funkstrahlung (möglicher Impact aber nicht nachgewiesen)	<ul style="list-style-type: none">• Zentrale Projekt-Anforderungen nicht erfüllt
Chancen	Risiken
<ul style="list-style-type: none">• Höhere Akzeptanz in «funkkritischen» Kreisen	<ul style="list-style-type: none">• Schulen geraten technologisch in Rückschritt• Schüler können nicht adäquat geschult werden gemäss Lehrplan 21• Individuallösungen anstelle homogener Architektur• Performance eher von Individuallösungen abhängig

8.5.4 N3 – Mobilfunk

Kurzbeschreibung

Die Variante N3 ist nur im Backbone Bereich gleich aufgebaut wie die Variante N1. Die Anbindung der Geräte (Tablet/Laptop/etc.) geschieht jedoch über ein LTE-Netzwerk (LTE-Advanced), umgangssprachlich auch «4G» genannt. «4G» ist die aktuell am Markt verfügbare Technologie.

Geschäftsorganisation

- Internet: Aufbau und Betrieb in Zusammenarbeit mit Internet-Provider

System-Architektur

Anstelle WLAN Access Points verbinden sich die Geräte direkt mit einem LTE Netzwerk eines Providers. Aktuell würden bei Variante N3 «4G» Technologie eingesetzt, da die «5G» erst nach 2020 kommerziell verfügbar sein wird.

Die Angebote für LTE beinhalten zum heutigen Zeitpunkt eine mengenmässige Beschränkung des Datenvolumens von 20 GB/Monat. Ob diese Datenmenge ausreicht kann ohne genauere Abklärungen nicht endgültig festgestellt werden. Zudem gilt es zu bedenken, dass die aktuell anfallende Datenmenge nicht als Basis für die Berechnung des künftigen Bedarfs herangezogen werden sollte. Dies insbesondere deshalb, weil durch die später signifikant höhere Performance auch mehr Daten pro Zeiteinheit verwendet werden.

Informationssicherheit und Datenschutz

Analog zur Variante N1

SWOT-Analyse N3

Stärken	Schwächen
<ul style="list-style-type: none">• Hausverkabelung nur in geringem Mass notwendig	<ul style="list-style-type: none">• Weniger Angebote und Hersteller• Mengenmässige Beschränkung Daten• Noch junge Technologie• Durchsatz «4G» nicht auf gleichem Niveau wie WLAN• Laptops sind aktuell selten mit 4/5G ausgestattet
Chancen	Risiken
<ul style="list-style-type: none">• Wechsel auf «5G» Technologie einfacher	<ul style="list-style-type: none">• Instabilitäten als «Early Adopter»• «5G» erst nach 2020 verfügbar

8.5.5 Bewertung der Varianten Netzwerk & Anbindung

Die Analyse und Bewertung erfolgt, wie in Abschnitt 8.2 beschrieben, über den Grad der Zielerreichung und den Grad der Anforderungsabdeckung:

Zielerreichung

Nr	Beschreibung	Gewicht (M,S,K)	V1	V2	V3
1	Performerer Internetzugang pro Schulhaus	Muss	erreicht	erreicht	erreicht
2	Performantes und gemanagtes Enterprise WLAN in allen Schulhäusern inkl. Kindergärten	Muss	erreicht	Nicht-erreicht	Nicht-erreicht

Anforderungsabdeckung

ID	Anforderungsbeschreibung	V1	V2	V3
3.1	Flächendeckender Enterprise-WLAN-Zugang in allen Gebäuden	abgedeckt	Nicht-abgedeckt	Nicht-abgedeckt
3.2	Nahtloser Wechsel der WLAN-Accesspoints ohne Unterbrüche (Seamless Handover)	abgedeckt	nicht abgedeckt	n/a
3.3	Hohe und ausbaubare Bandbreite: Datenspitzenbelastbarkeit bei gleichzeitiger Mediaspeicherung/Audio- u. Videodateien (Synchronisation und Priorisierung von Inhalten)	abgedeckt	abgedeckt	nicht abgedeckt
3.5	Passwortgeschützter persönlicher WLAN-Zugang für alle Geräte (auch BYOD, Login via Benutzerkonto)	abgedeckt	Nicht abgedeckt	Nicht abgedeckt

Zusammenfassung

Nur Variante N1 erreicht alle formulierten Ziele und deckt alle formulierten Anforderungen ab. Die anderen beiden Varianten N2 und N3 erfüllen das Ziel «performanter WLAN-basierter Internetanschluss» nicht. Zusätzlich werden zentrale Anforderungen nicht abgedeckt.

8.5.6 Kostenbetrachtung Netzwerk & Anbindung

Die folgende Grobkostenbetrachtung soll als valider Schätzwert für die mit den Netzwerkvarianten Verbundenen Investitions- und Betriebskosten dienen.

Während sich die Investitionskosten (CAPEX) aus der Stockwerkverkabelung sowie dem Aufbau eines entsprechenden kabellosen Netzwerkzugangs zusammensetzen, bestehen die Betriebskosten (OPEX) aus wiederkehrenden Kosten für den Internetanschluss (inkl. Service und Wartung), den Anschluss an das IT-Netz der Stadt Bern sowie das Management der Accesspoints (vgl. Abb. 10). Aufgrund der aktuell angebotenen Abonnementmodelle für einen mobilen Internetzugang via LTE ist die Variante N3, bis auf einen symbolischen Betrag von 1 CHF pro Accesspoint, ausschliesslich OPEX wirksam.

Die Unterschiede in den Betriebskosten der Varianten N1 und N2 begründen sich durch einen erhöhten Aufwand im Rahmen des Accesspoints-Managements bei Variante N1. Die Stockverkabelung gilt für alle Varianten und ist separat ausgewiesen. Da viele Gebäude bereits entsprechend verkabelt sein sollten, ist der Wert als Richtwert für eine spätere Detailbetrachtung im Rahmen der Evaluation zu verstehen und soll eine Maximalgrenze symbolisieren.

Abbildung 10: Kostenbetrachtung (CAPEX) Netzwerk und Anbindung in Tausend CHF

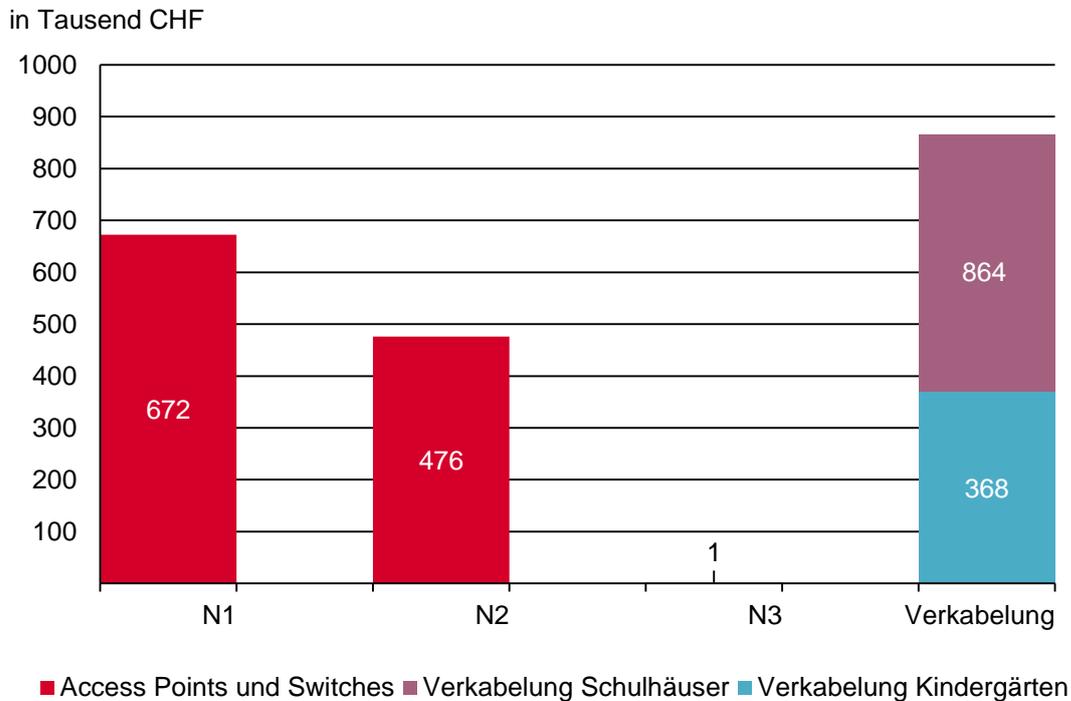
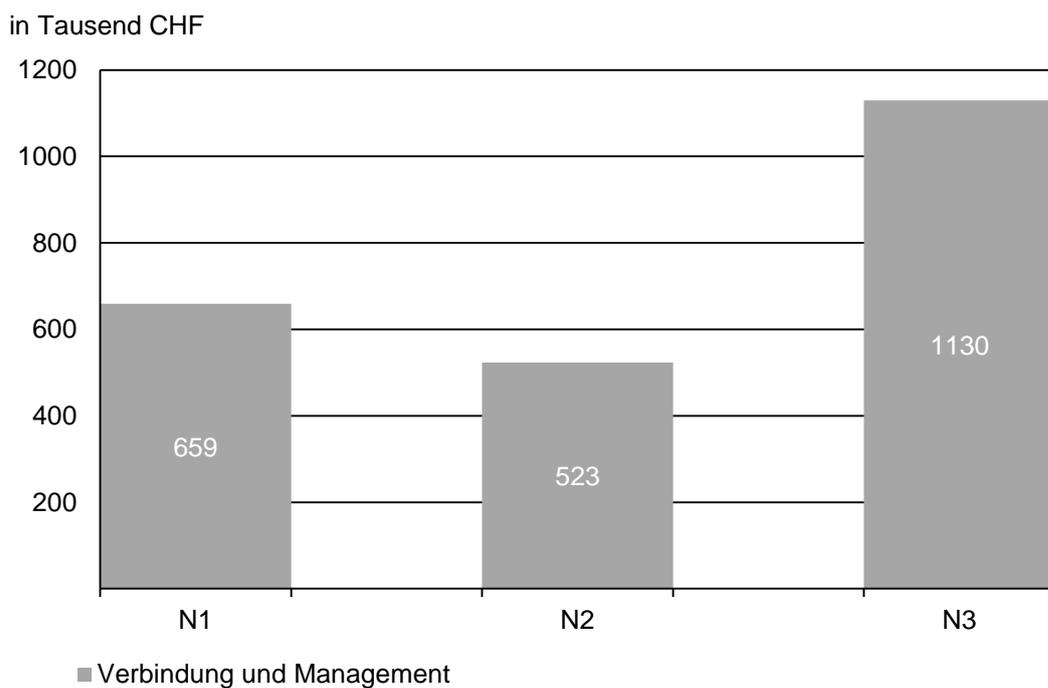


Abbildung 11: Kostenbetrachtung (OPEX) Netzwerk und Anbindung in Tausend CHF



Die dargelegte Kostenbetrachtung der Netzwerkvarianten liegen dabei folgende Annahmen als Basis der Kostenschätzung zu Grunde:

- Entwicklung der Schülerzahl auf Basis der Prognosen des Schulamtes Bern
- FTTH Erschliessung gemäss regulärer Planung Elektrizitätswerke Bern (EWB)
- Ein managed Enterprise WLAN Accesspoint pro 42 Geräte und 1 Switch mit 96 bis 128 Ports pro Schulhaus (Varianten N1 und N2)
- Abdeckung beider Mengengerüstvarianten
- Preiskalkulationen gemäss durchschnittlicher Marktpreise (vgl. Anhang)

8.6 Backend-Varianten

Die Backend-Varianten beinhalten die Bereitstellung einer E-Learning-Plattform mit Kollaborations-Werkzeugen sowie die Office-Funktionalitäten in gefordertem Umfang.

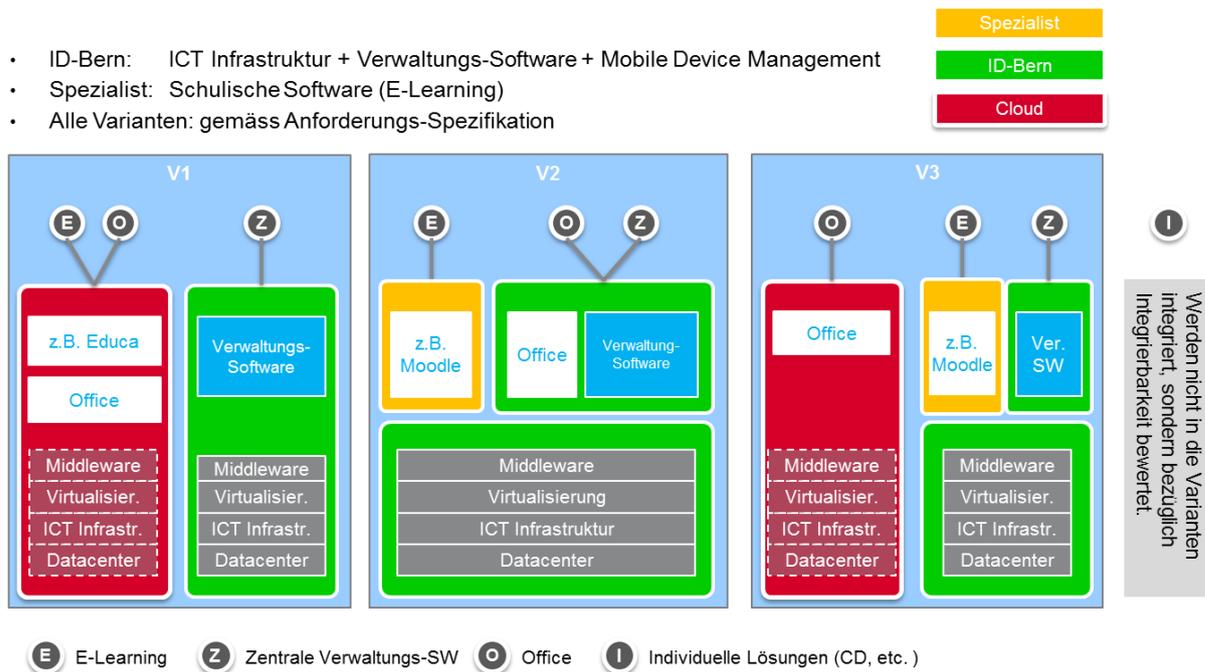
8.6.1 Varianten-Übersicht

Folgende drei Varianten wurden herausgearbeitet:

Variante	Kurzbeschreibung
V1 – Cloud	<p>Alle schulischen Services werden aus der Cloud bezogen. Diese speichert die Daten mit Ausnahme von Office365/Google in der Schweiz ab. Die Datenschutz-Auflagen werden aber erfüllt.</p> <p>Die ID der Stadt Bern stellen die Verwaltungs-Software in einem klassischen Dienstleistungsmodell im eigenen Rechenzentrum (On Premise) zur Verfügung.</p>
V2 – On Premise	<p>Die Services werden im Rechenzentrum der ID der Stadt Bern gehostet. Die ID der Stadt Bern übernehmen dabei den Betrieb der Basis ICT-Infrastruktur Komponenten, sowie der schulenspezifischen Anwendungen.</p> <p>V2.1: Lösung mit MS-Office</p> <p>V2.2: Lösung mit Open Source Office</p> <p>Für den Betrieb und Support der E-Learning Plattform wird ein spezialisierter Anbieter evaluiert.</p>
V3 – Cloud «light»	<p>Mix aus den Varianten V1 und V2. Ausschliesslich eine Funktionalität wird in eine Cloud ausgelagert. Die ID der Stadt Bern betreiben für die restlichen Services nur die ICT Basis-Infrastruktur (analog V2)</p> <p>V3.1: Office in der Cloud</p> <p>V3.2: E-Learning-Plattform in der Cloud</p>

Die nachfolgende Übersichtgraphik zeigt die Unterschiede der Backend-Varianten. Diese werden in den nachfolgenden Abschnitten detailliert beschrieben.

Abbildung 12: Übersicht Backend-Varianten



8.6.2 Variante V1 – Cloud

Kurzbeschreibung

Alle schulischen Services werden aus der Cloud bezogen. Diese speichert die Daten mit Ausnahme von Office365/Google in der Schweiz ab.

Die ID der Stadt Bern stellen die Verwaltungs-Software in einem klassischen Dienstleistungsmodell im eigenen Rechenzentrum (On Premise) zur Verfügung.

Produkt oder IT-System

Variante V1 besitzt den höchsten Anteil an Cloud-Services: sowohl Office wie auch E-Learning werden in Form von Cloud-Services bezogen. Für Office wie auch für E-Learning kommt dabei das Cloud Bereitstellungsmodell «Public» zum Einsatz. Als Service-Modell ist in diesem Bereich nur «Software as a Service» (SaaS) verfügbar, was für den aktuellen Einsatz-Zweck aber ideal ist: ohne sich um die zugrundeliegende Infrastruktur kümmern zu müssen, kann direkt über ein Login der entsprechende Service erreicht werden. Damit ist auch die lokations-unabhängige Erreichbarkeit der Plattform gelöst.

Bei Cloud-Services ist die Einflussnahme auf die Service-Qualität generell geringer als bei On-Premise Lösungen. Dies gilt auch für die zentrale Anforderung an durchgängiger Performance.

Die ID der Stadt Bern stellen in ihren Rechenzentren die bestehende ICT-Infrastruktur für unterrichts-unspezifische Anwendungen zur Verfügung (Verwaltungs-Software). Die Software wird wie heute zentral installiert und hochverfügbar zur Verfügung gestellt.

Ebenso wird in dieser Variante das grundlegend benötigte Mobile Device Management (MDM) von den ID der Stadt Bern eingesetzt.

Informationssicherheit und Datenschutz

Die Variante V1 erfüllt die Anforderungen Informations-Sicherheit innerhalb folgender Prämissen:

- Nur Office-Daten dürfen ausserhalb der Schweiz gespeichert und verarbeitet werden
- Die gewählte E-Learning Plattform befindet sich in der Schweiz
- Alle Verbindungen zu den ID der Stadt Bern und zur Cloud werden verschlüsselt

SWOT-Analyse V1

Stärken	Schwächen
<ul style="list-style-type: none">• Moderne Lösungsvariante mit hohem Anteil Cloud (gemäss Datenschutzbestimmungen)	<ul style="list-style-type: none">• Geringe Einflussnahme Cloud-Services• Schwierige Integration von Individuallösungen• Mehrere Ansprechpartner• Lizenzkosten
Chancen	Risiken
<ul style="list-style-type: none">• Schüler erfahren «Cloud» direkt am Objekt• Kollaboratives Arbeiten möglich	<ul style="list-style-type: none">• Performance nicht genügend oder schwierig kontrollierbar• Widerstand wegen geringem OSS Einsatz• Abhängigkeit von CSS (Microsoft/Google)• Geringer Einbezug ID der Stadt Bern• Office Daten im Ausland

8.6.3 Variante V2 – On Premise

Kurzbeschreibung

Alle Services werden im Rechenzentrum der ID der Stadt Bern gehostet. Die ID der Stadt Bern übernehmen dabei den Betrieb der Basis ICT-Infrastruktur Komponenten, sowie der schulenspezifischen Anwendungen.

Für den Betrieb und Support der E-Learning Plattform wird ein spezialisierter Anbieter evaluiert.

Open Source Office vs. Microsoft Office

Dieser Richtungsentscheid muss im Rahmen der Evaluation geklärt und verabschiedet werden. Dieser Variante liegt die Annahme zugrunde, dass eine Office-Anwendung bei der ID-Bern installiert und betrieben wird. Das Projektteam empfiehlt MS-Office oder Office 365 einzusetzen (je nach Ausgangslage und Entscheid bezüglich Datenschutz).

Produkt oder IT-System

Variante V2 basiert auf einer kompletten Abdeckung der ICT-Infrastruktur durch die ID der Stadt Bern. Gemäss Ist-Analyse erfüllen die ID der Stadt Bern die Anforderungen an eine moderne, performante und hochverfügbare Infrastruktur gut. Dort wo unterrichts-spezifisches Know-how gefordert ist (E-Learning), übernimmt ein spezialisierter Partner den Betrieb und Support der Lösung.

Im Unterschied zu V1 wird die Office-Funktionalität klassisch On-Premise gelöst. Dadurch entfallen mögliche Bedenken bezüglich Datenschutz in ausländischen Clouds.

Analog Variante V1 kommt das Mobile MDM von den ID der Stadt Bern zum Einsatz.

Informationssicherheit und Datenschutz

Die Variante V2 erfüllt die Anforderungen Informations-Sicherheit innerhalb folgender Prämissen:

- Alle Daten sind bei den ID der Stadt Bern gespeichert
- Alle Verbindungen zu den ID der Stadt Bern und zur Cloud werden verschlüsselt

SWOT-Analyse V2

Stärken	Schwächen
<ul style="list-style-type: none"> • Hoher Grad an direkter Einflussnahme • Alle Betreiber können Stärken ausspielen • Alle Daten in der Schweiz gespeichert • Ein bekannter Ansprechpartner • Hoher Technologiestandard ID der Stadt Bern • Bewährte Technologie • Leichtere Integration von Individual-Lösungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Keine «moderne» Plattform • Keine Cloud-Services • Mehrere Ansprechpartner • Lizenzkosten
Chancen	Risiken
<ul style="list-style-type: none"> • Höhere Akzeptanz durch Einsatz von OSS Software • Kurze Wege bei Issues zu Performance oder Stabilität 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiefere Flexibilität • Cloud kann durch Schüler nicht erlebt werden • Preistransparenz

8.6.4 Variante V3 – Cloud «light»

Kurzbeschreibung

Cloud «light»: Mix aus den Varianten V1 und V2. Ausschliesslich die Office-Funktionalität wird in eine Cloud ausgelagert. Die ID der Stadt Bern betreiben für die restlichen Services analog V2 nur die ICT Basis-Infrastruktur.

Produkt oder IT-System

Die Variante V3 stellt einen Kompromiss zwischen V2 und V3 dar. Es wird nur die Office Funktionalität als Cloud-Service bezogen. Dies im Sinne einer Risikominimierung und höheren Einflussnahme bei möglichen Problemen/Ausfällen im E-Learning Bereich. Analog V1 wird Office in Form einer Public-Cloud mit SaaS Charakter bezogen.

Informationssicherheit und Datenschutz

Die Variante V2 erfüllt die Anforderungen Informations-Sicherheit innerhalb folgender Prämissen:

- Nur Office-Daten dürfen ausserhalb der Schweiz gespeichert und verarbeitet werden
- Alle Verbindungen zu den ID der Stadt Bern und zur Cloud werden verschlüsselt

SWOT-Analyse V3

Stärken	Schwächen
<ul style="list-style-type: none"> • Einflussnahme im Gleichgewicht • Verbreitete Technologien • Kollaboratives Arbeiten möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • Mehrere Ansprechpartner • Komplexe Situation SLA • Lizenzkosten
Chancen	Risiken
<ul style="list-style-type: none"> • Höhere Akzeptanz (Kompromiss aus V1/V2) 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiefer Nutzen von Cloud-Services • Office Daten im Ausland

8.6.5 Bewertung der Backend-Varianten

Die Analyse und Bewertung erfolgt, wie in Abschnitt 8.2 beschrieben, über den Grad der Zielerreichung und den Grad der Anforderungsabdeckung:

Zielerreichung

Nr	Beschreibung	Gewicht (M,S,K)	V1	V2	V3
4	Bereitstellung einer E-Learning-Plattform unabhängig vom verwendeten Gerätetyp	Muss	Erreicht	Erreicht	Erreicht
5	Bereitstellung notwendiger Applikationen (Office-Funktionalitäten und spezifische Lernsoftware)	Muss	Erreicht	Erreicht	Erreicht
7	Hohe Usability der Lösung unabhängig vom Nutzungsstandort (intern/extern)	Muss	Erreicht	Erreicht	Erreicht
8	Zentraler und bedürfnisorientierter Support mit definierten Ansprechpartnern und klaren Zuständigkeiten	Muss	Erreicht	Erreicht	Erreicht

Anforderungsabdeckung

ID	Anforderungsbeschreibung	V1	V2	V3
2.1	Individueller, webbasierter Mailaccount pro Nutzer	Abgedeckt	Abgedeckt	Abgedeckt
2.2	Kalenderfunktion	Abgedeckt	Abgedeckt	Abgedeckt
2.3	Kollaborations-Funktionalitäten: Chat, Foren, Blog, Wiki, Gruppenarbeit, Infotextet Schul-Facebook etc.	Abgedeckt	Abgedeckt	Abgedeckt
2.4	Abonnieren von Inhalten (RSS-Feed oder Benachrichtigungen)	Abgedeckt	Abgedeckt	Abgedeckt
2.5	Möglichkeit der Einbindung verschiedener Medien wie Lernvideos, Podcasts, Lernsoftware etc. (Multimedialität)	Abgedeckt	Abgedeckt	Abgedeckt

ID	Anforderungsbeschreibung	V1	V2	V3
2.6	<i>Lehrgänge sind auf der E-Learning-Plattform abbildbar, zur Verfügung stellen zwischen Lehrern/Schulen ist möglich</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>
2.7	<i>Lernkontrolle (E-Assessment / E-Feedback (Lehrer – Schüler / Schule – Schüler und vica versa, Peer-Assessment) ist möglich</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>
2.8	<i>Bewertung von Schülern ist möglich (Bewertungsübersicht für Lehrkörper oder Einbindung eines bestehenden Dritt-Tools in die Plattform)</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>
2.9	<i>Media-Upload und Download direkt in E-Learning-Plattform (auch ausserhalb des Schulnetzwerkes)</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>
2.10	<i>Einschreibungs-Plug-in (Anmeldefunktion mit Obergrenze)</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>
2.11	<i>User-Login Single Sign On (mit Integration von Applikationslogins online und offline) für alle Inhalte</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>
2.12	<i>Vergabe der Benutzerkonten aus Scholaris</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>
2.13	<i>App-Zugriff ohne Login auf Schultablets (unpersönlicher Nutzer)</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>
2.14	<i>Zentrale Rechteverwaltung:</i> <ul style="list-style-type: none"> - Rechtevergabe durch Schulen/Lehrer möglich - Verschiedene Stufen (Lehrer, Lernender, Admin, Besucher, z.B. Eltern) - Zugriff über Mitgliedschaft: Geschützte Kursräume, Gruppen erstellen und verwalten <i>Zentrale Einsicht in Applikationen durch Lehrer mit entsprechenden Rechten</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>
2.15	<i>Keine individuelle Softwareinstallation auf Clients (nur zentrale Verteilmechanismen)</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>
2.16	<i>Enterprise Mobile Management (Projekt bei ID der Stadt Bern):</i> <ul style="list-style-type: none"> - Webbasierter Zugang mit vollem Zugriff auf Inhalte, Applikationsdaten etc. gemäss IAM - Benutzerindividuelle Installationen auf lokales Gerät - Integration von Drittanbieter Apps auf allen Geräten 	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>
2.17	<i>Basisdienste stehen zur Verfügung (Office, Audio- und Videobearbeitung etc.)</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>

ID	Anforderungsbeschreibung	V1	V2	V3
2.18	<i>Speicherung individueller Daten aus Lernprogrammen (Arbeitsstand wird gespeichert und Übung kann wieder aufgenommen werden)</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>
2.19	<i>Mehrsprachigkeit für Fremdsprachenunterricht (min. DE, FR, IT, EN)</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>
2.20	<i>Hohe Usability des Front-Ends – identisches Look & Feel für alle Geräte</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>
2.21	<i>Individuelles Branding (Anpassungen am Design) möglich gemäss CICD Schulamt Stadt Bern</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>
2.22	<i>Einfacher Zugriff über mobile Geräte (Responsive Design)</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>
2.23	<i>E-Learning-Plattform: Plug-in-fähige Architektur (Basis- und Zusatzfunktionen)</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>
2.24	<i>Unterstützung von Standards (IMS-LTI, SCORM, HTML³⁰)</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>
3.6	<i>Keine sensiblen Daten im Ausland</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>
3.7	<i>Die Integrität der Daten ist sichergestellt:</i> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Sichere Gruppen- und Personenablage online</i> - <i>Alle Netzverbindungen sind verschlüsselt</i> - <i>Sicherheit gegenüber Aussen ist gegeben</i> <i>Eindeutige Authentifizierung (keine unpersönlichen Logins)</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>
3.8	<i>Maximal tolerierbarer Datenverlust: 24h.</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>
3.9	<i>Gegebene Disaster Tauglichkeit (Brand, Hochwasser etc.) Bei zentraler Datenablage: 24h</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>
3.10	<i>Hohe Verfügbarkeit des Systems. Maximal tolerierbare Service-Ausfallzeit für Incident ist 24h</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>
4.1	<i>Klare und geregelte Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>
4.2	<i>Problem- und Kundenorientierter Support (bezogen auf schulische Anforderungen)</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>
4.3	<i>Rasche Problemlösung und Reaktion: max. 48h</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>	<i>Abgedeckt</i>

³⁰ IMS-LTI = Learning Tools Interoperability, SCORM = Sharable Content Object Reference Model

Zusammenfassung

Alle drei Backend-Varianten decken die formulierten Ziele und Anforderungen fast vollständig ab. Ausser bei der Anbindung der Benutzerkonten aus Solaris (Anforderung 2.12) muss sichergestellt werden, dass die zu evaluierende Cloud-Lösung über eine entsprechende Schnittstelle verfügt.

Die Bewertung der Varianten erweist sich somit als schwierig: Alle Varianten decken die Ziele sowie die Anforderungen ab. Da über den Grad der Zielerreichung und den Grad der Anforderungsabdeckung so keine Empfehlung für eine Variante herbeigeführt werden kann, wurden Differenzierungsfaktoren herausgearbeitet, die eine Bewertung der Varianten ermöglichen. Die Frage ist, welche Faktoren differenzieren die Varianten wirklich? Herausgearbeitet wurden vier Faktoren, die im Workshop mit dem Projektteam³¹ dargelegt, gewichtet und bewertet wurden:

1. Geschäftsorganisation (Gewichtung = 25%)
 - Einflussmöglichkeit und Kontrolle der Leistungsbezüger / Leistungen
 - Abhängigkeit von Herstellern oder CSS
 - Verteilung auf unterschiedliche Anbieter
 - Flexibilität der Lösung hinsichtlich Aufbau, Betrieb und Kostenstruktur
2. Hersteller-Support (Gewichtung = 25%)
 - Know-how über schulische Abläufe (z.B. spezialisierte Ansprechpersonen E-Learning)
 - Anzahl Support-Ansprechstellen (Möglichkeit eines SPOC)
 - Know-how im pädagogischen Bereich (E-Learning)
 - Individualisierbarkeit der SLA
3. Usability (Gewichtung = 30%)
 - Prinzipiell aus Sicht Enduser / Schule betrachtet
 - Rasche Nutzung im Unterrichts-Kontext (Startup der Geräte, Speichern, o.ä.)
 - Handhabung (Single Sign-on, Intuitiv Abläufe, etc.)
 - Performance (im Sinn von: nicht brauchbar wenn zu langsam)
4. Zukunftsfähigkeit (Gewichtung = 20%)
 - Nutzen des Potentials zukunftsweisender Technologien
 - Berücksichtigung aktueller Trends aus Bildung
 - Stabilität Anbieter und Produkt

Das Projektteam bewertete die Varianten entlang der Differenzierungskriterien anhand einer Rangfolge. Die beste Variante wurde mit 3, die schlechteste mit 1 und die mittlere mit 2 bewertet. Ausgehend von dieser Differenzierung wurde die Variante 2 als am geeignetsten bewertet.

Nr	Differenzierungskriterium	Gewicht (in %)	V1	V2	V3
1	Geschäftsorganisation	25%	1.2	3	2
2	Hersteller-Support	25%	1.4	2.6	2
3	Usability	30%	1.6	2.2	2.4
4	Zukunftsfähigkeit	20%	1.4	2.2	2.2
Summe		100%	1.41	2.5	2.16

³¹ Workshop mit dem Projektteam vom 27.4.2016.

8.6.6 Kostenbetrachtung Backend-Varianten

Wie bereits im Falle der Netzwerkanbindung soll die folgende Grobkostenbetrachtung als Richtwert für die Gesamtkostenbetrachtung der Variantenbildung dienen. Aus diesem Grund beinhaltet die Kostenbetrachtung die im Kapitel 8.5.4 aufgezeigten Kostenfaktoren der empfohlenen Variante N1 für die Netzwerkanbindung. Zudem werden zur besseren Beurteilung beide Mengengerüst-Varianten gegenübergestellt.

Während sich die Investitionskosten (CAPEX) neben der Netzwerkanbindung in erster Linie aus der Beschaffung und Wiederbeschaffung der Geräte (Clients) sowie den Initialkosten für den Aufbau der E-Learning-Plattform zusammensetzen, bestehen die Betriebskosten (OPEX) aus wiederkehrenden Kosten für die Wartung der Geräte, dem Anschluss an das IT-Netz der Stadt Bern sowie deren Service und aus Kosten für Hosting und Storage sowie Betrieb und Wartung der E-Learning-Plattform (vgl. Abbildung 13 bis Abbildung 16).

Konservatives Mengengerüst

Abbildung 13: Grobkostenbetrachtung (CAPEX) der Backendvarianten (konservativ) auf 10 Jahre

in Tausend CHF

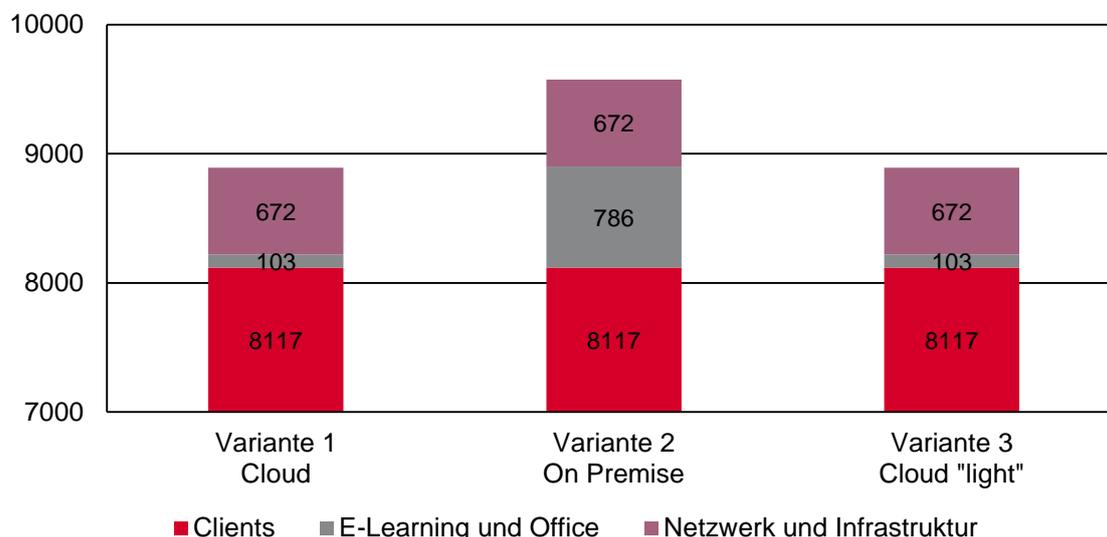
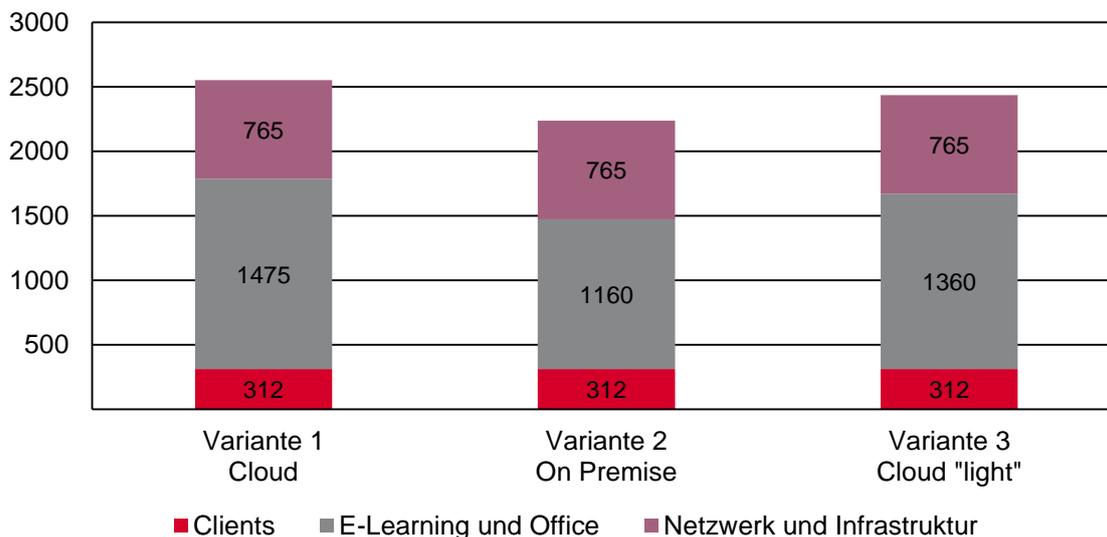


Abbildung 14: Grobkostenbetrachtung (OPEX) der Backendvariante (konservativ) pro Jahr

in Tausend CHF



Progressives Mengengerüst

Abbildung 15: Grobkostenbetrachtung (CAPEX) der Backendvariante (progressiv) auf 10 Jahre

in Tausend CHF

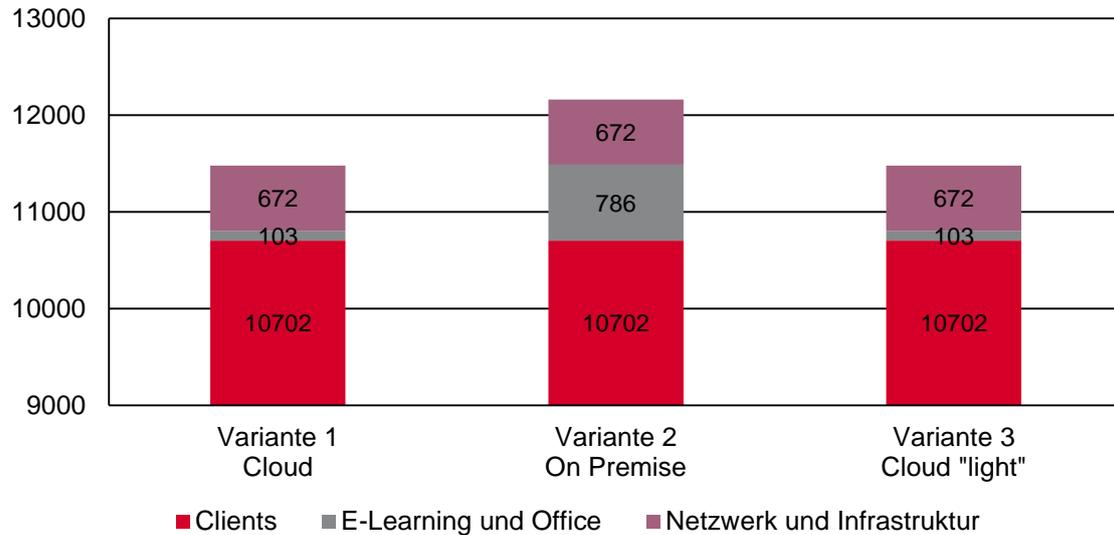
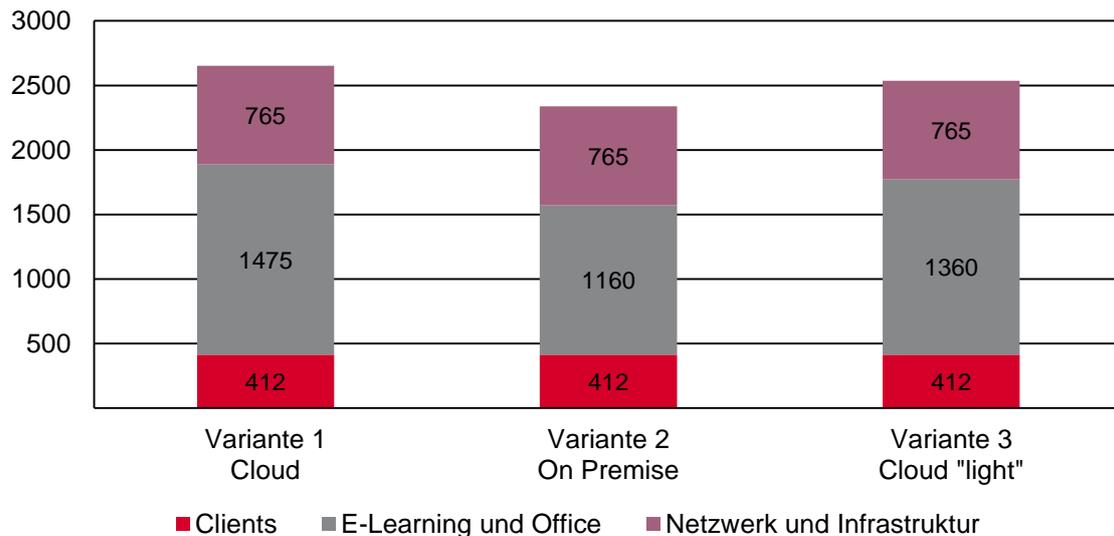


Abbildung 16: Grobkostenbetrachtung (OPEX) der Backendvariante (progressiv) pro Jahr

in Tausend CHF



Eine detailliertere Aufteilung der Kostenfaktoren je Variante ist im Folgenden ersichtlich. Die Kosten wurden auf Basis aktueller Marktdaten erhoben. Individuelle oder historische Vereinbarungen müssen im Rahmen der Evaluation geprüft und spezifiziert werden.

Generell gilt jedoch zu beachten, dass die erfolgte Kostenschätzung keine Angaben bzgl. Projekt- und Personalkosten enthält. Es ist davon auszugehen, dass ein nicht unerheblicher Betrag im Rahmen von Projektaktivitäten zu Gunsten des Aufbaus des MDM, der Evaluation, Konfiguration und des Schnittstellendesigns der E-Learning-Plattform sowie für die Etablierung der Geschäftsorganisation aufgewendet werden muss. Da die genaue Kalkulation jedoch stark anbieter- und produktabhängig ist, muss eine zusätzliche, detaillierte Kostenbetrachtung zwingend im Rahmen der Evaluation erfolgen. Dies gilt insbesondere in Bezug auf

die Office Anwendungen³² sowie für die Kostenerhebung bzgl. der Leistungen der ID der Stadt Bern (vgl. Annahmen Kostenschätzung).

Konservatives Mengengerüst

Kostenübersicht Investitionskosten auf 10 Jahre

Kostenschätzung		Variante 1	Variante 2	Variante 3
		Cloud	On Premise	Cloud "light"
IK	Investitionskosten			
	Grundausrüstung Hardware			
IK1	PC / Kombigerät (Z3, Z2, Lehrer)	Fr. 2'414'160.00	Fr. 2'414'160.00	Fr. 2'414'160.00
IK2	Tablet Z1	Fr. 267'000.00	Fr. 267'000.00	Fr. 267'000.00
IK3	Tastaturen	Fr. 193'600.00	Fr. 193'600.00	Fr. 193'600.00
IK4	Aufbewahrung	Fr. 247'000.00	Fr. 247'000.00	Fr. 247'000.00
IK5	Geräteerneuerung (alle 5 Jahren)	Fr. 4'994'816.00	Fr. 4'994'816.00	Fr. 4'994'816.00
	E-Learning- und Kollaborations-Plattform			
IK6	Aufbau des MDM	Projektkosten	Projektkosten	Projektkosten
IK7	Projekt E-Learning	Projektkosten	Projektkosten	Projektkosten
IK8	Initialaufbau E-Learning (ohne Konfiguration)	Fr. 103'003.20	Fr. 103'003.20	Fr. 103'003.20
IK9	Initialaufbau Office	Fr. -	Fr. 683'485.00	Fr. -
	Netzwerk & IT-Infrastruktur			
IK10	Switches	Fr. 476'000.00	Fr. 476'000.00	Fr. 476'000.00
IK11	WLAN Access Points	Fr. 196'209.52	Fr. 196'209.52	Fr. 196'209.52
IK12	Stockwerk Verkabelung	Fr. 864'240.00	Fr. 864'240.00	Fr. 864'240.00
IK13	Anschlussverkabelung mit FTTH	Fr. -	Fr. -	Fr. -
	Summe Investitionskosten	Fr. 8'891'788.72	Fr. 9'575'273.72	Fr. 8'891'788.72
	Jährliche Abschreibung auf 5 Jahre	Fr. 1'778'357.74	Fr. 1'915'054.74	Fr. 1'778'357.74

Kostenübersicht jährliche Betriebskosten

Kostenschätzung		Variante 1	Variante 2	Variante 3
		Cloud	On Premise	Cloud "light"
BK	Betriebskosten pro Jahr			
	Grundausrüstung Hardware			
BK1	Wartung und Support	Fr. 312'176.00	Fr. 312'176.00	Fr. 312'176.00
	E-Learning-Plattform und Office			
BK2	Hosting, Storage und Service (ID der Stadt Bern)	Fr. 618'060.00	Fr. 849'832.50	Fr. 849'832.50
BK3	Lizenzen Office	Fr. 199'288.80	Fr. -	Fr. 199'288.80
BK4	Betrieb E-Learning	Fr. 457'792.00	Fr. 303'287.20	Fr. 303'287.20
BK5	Wartung E-Learning	Fr. 7'200.00	Fr. 7'200.00	Fr. 7'200.00
BK6	Speicherplatz E-Learning	Fr. 193'143.75	-	-
	Netzwerk & IT-Infrastruktur			
BK7	Anschluss an das IT-Netz der Stadt Bern	Fr. 511'817.14	Fr. 511'817.14	Fr. 511'817.14
BK8	WAN + Servicegebühren + Wartung	Fr. 11'400.00	Fr. 11'400.00	Fr. 11'400.00
BK9	Managing der Access Points	Fr. 136'000.00	Fr. 136'000.00	Fr. 136'000.00
BK10	Übergangsanbindung mit 4G	Fr. 106'260.00	Fr. 106'260.00	Fr. 106'260.00
	Durchschnittliche Betriebskosten pro Jahr	Fr. 2'553'157.69	Fr. 2'237'972.84	Fr. 2'437'261.64

³² Einmalige Office-Lizenz und Betrieb durch ID-Bern bei Variante 2 (CAPEX-wirksam) und laufende Office-Lizenzierung bei Varianten 1 und 3 (OPEX-wirksam)

Progressives Mengengerüst

Kostenübersicht Investitionskosten auf 10 Jahre

Kostenschätzung		Variante 1	Variante 2	Variante 3
		Cloud	On Premise	Cloud "light"
IK	Investitionskosten			
	Grundausrüstung Hardware			
IK1	PC / Kombigerät (Z3, Z2, Lehrer)	Fr. 3'227'760.00	Fr. 3'227'760.00	Fr. 3'227'760.00
IK2	Tablet Z1	Fr. 267'000.00	Fr. 267'000.00	Fr. 267'000.00
IK3	Tastaturen	Fr. 284'000.00	Fr. 284'000.00	Fr. 284'000.00
IK4	Aufbewahrung	Fr. 337'400.00	Fr. 337'400.00	Fr. 337'400.00
IK5	Geräteerneuerung (alle 5 Jahre)	Fr. 6'585'856.00	Fr. 6'585'856.00	Fr. 6'585'856.00
	E-Learning- und Kollaborations-Plattform			
IK6	Aufbau des MDM	Projektkosten	Projektkosten	Projektkosten
IK7	Projekt E-Learning	Projektkosten	Projektkosten	Projektkosten
IK8	Initialaufbau E-Learning (ohne Konfiguration)	Fr. 103'003.20	Fr. 103'003.20	Fr. 103'003.20
IK9	Initialaufbau Office	Fr. -	Fr. 683'485.00	Fr. -
	Netzwerk & IT-Infrastruktur			
IK10	Switches	Fr. 476'000.00	Fr. 476'000.00	Fr. 476'000.00
IK11	WLAN Access Points	Fr. 196'209.52	Fr. 196'209.52	Fr. 196'209.52
IK12	Stockwerk Verkabelung	Fr. 864'240.00	Fr. 864'240.00	Fr. 864'240.00
IK13	Anschlussverkabelung mit FTTH	Fr. -	Fr. -	Fr. -
	Summe Investitionskosten	Fr. 11'477'228.72	Fr. 12'160'713.72	Fr. 11'477'228.72
	Jährliche Abschreibung auf 5 Jahre	Fr. 2'295'445.74	Fr. 2'432'142.74	Fr. 2'295'445.74

Kostenübersicht jährliche Betriebskosten

Kostenschätzung		Variante 1	Variante 2	Variante 3
		Cloud	On Premise	Cloud "light"
BK	Betriebskosten pro Jahr			
	Grundausrüstung Hardware			
BK1	Wartung und Support	Fr. 411'616.00	Fr. 411'616.00	Fr. 411'616.00
	E-Learning-Plattform und Office			
BK2	Hosting, Storage und Service (ID der Stadt Bern)	Fr. 618'060.00	Fr. 849'832.50	Fr. 849'832.50
BK3	Lizenzen Office	Fr. 199'288.80	Fr. -	Fr. 199'288.80
BK4	Betrieb E-Learning	Fr. 457'792.00	Fr. 303'287.20	Fr. 303'287.20
BK5	Wartung E-Learning	Fr. 7'200.00	Fr. 7'200.00	Fr. 7'200.00
BK6	Speicherplatz E-Learning	Fr. 193'143.75	-	-
	Netzwerk & IT-Infrastruktur			
BK7	Anschluss an das IT-Netz der Stadt Bern	Fr. 511'817.14	Fr. 511'817.14	Fr. 511'817.14
BK8	WAN + Servicegebühren + Wartung	Fr. 11'400.00	Fr. 11'400.00	Fr. 11'400.00
BK9	Managing der Access Points	Fr. 136'000.00	Fr. 136'000.00	Fr. 136'000.00
BK10	Übergangsanbindung mit 4G	Fr. 106'260.00	Fr. 106'260.00	Fr. 106'260.00
	Durchschnittliche Betriebskosten pro Jahr	Fr. 2'652'577.69	Fr. 2'337'412.84	Fr. 2'536'701.64

Der grösste Kostentreiber in allen Varianten ist die Beschaffung, Erneuerung sowie das Management der Geräte.

Den Kostenschätzungen der Backendvarianten liegen zudem folgende Annahmen zu Grunde:

- Entwicklung der Schülerzahl auf Basis der Prognosen des Schulamtes Bern
- Clientverteilung gemäss Vorgaben (vgl. Kapitel 8.3.1)
- 25 GB Speicher auf E-Learning-Plattform pro Benutzer
- Die Kosten für die Verkabelung der Gebäude sind ausgewiesen, aber nicht Teil der Kalkulation, da davon ausgegangen werden kann, dass ein Grossteil der Verkabelung bereits erneuert wurde
- Kostenstrukturen der ID der Stadt Bern für Anbindung an das IT-Netz der Stadt Bern
- Reduzierter Kostenfaktor von 0.8 durch Wegfall des Hostings und Storage von base4kids bei den ID der Stadt Bern in Variante 1 trotz Aufbau MDM
- Erhöhter Kostenfaktor von 1.1 durch Aufbau MDM sowie Hosting und Storage von base4kids2 bei den ID der Stadt Bern in Variante 2 und 3
- Preiskalkulationen gemäss durchschnittlicher Marktpreise (vgl. Kapitel 10)
- Mengenrabatt für Client- und Zubehörbeschaffung von 20%

Eine über die Jahre verteilte Kostenbetrachtung ist für die empfohlen Variante im Kapitel Transformation base4kids2 ersichtlich. Darin ist dann auch eine entsprechende gestaffelte Beschaffung der Geräte modelliert und zwar sowohl der konservativen, als auch der progressiven Mengengerüstvariante. Zudem gilt zu beachten, dass Teile der Betriebskosten bereits heute im Budget des Schulamtes enthalten sind. Der reine durch base4Kids2 entstehende Mehraufwand ist also deutlich geringer, als die ausgewiesenen Totalkosten.

8.7 Varianten-Empfehlung

Zusammenfassend empfiehlt das Projektteam folgende Varianten aus den Bereichen Netzwerk und Backend.

8.7.1 Netzwerk

Auf Basis der Anforderungen und Ziele wird die **Netzwerk-Variante N1** empfohlen (flächen-deckendes WLAN). Hauptgründe für die Empfehlung sind:

- WLAN ist mittelfristig die am häufigsten eingesetzte Technologie
- Stabile und bewährte Architektur mit genügend Angebote und Produkte
- LTE (5G) ist frühestens 2020 kommerziell verfügbar
- Für Schulen, die erst nach 2020 einen FTTH Anbindung bekommen, wird dennoch zur Überbrückung eine mobile Internet Anbindung (4G) als Pilot empfohlen

8.7.2 Backend

Das Projektteam empfiehlt die **Backend-Variante V2** (On-premise Lösung) – mit der Möglichkeit später auf V3 (Cloud) wechseln zu können.

- Hohe Einflussnahme auf zentrale Services (u.a. auf Performance)
- Einbezug der Stadt Bern als strategische Rahmenbedingung
- Alle Daten werden in der Schweiz gespeichert und verarbeitet (bei V2)
- Cloud als zukunftsweisende Technologie kann später – z.B. nach Klärung Datenschutz-Vorgaben – genutzt werden.

9 Transformation base4kids2

Die Transformation zu base4kids2 unterscheidet sich wesentlich von der Einführung von base4kids1. Während bei base4kids1 neue Plattformen und Services eingeführt wurden, wird durch base4kids2 eine bereits im Einsatz befindliche Lösung migriert.

Da zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht bekannt ist, wie stark eine externe Unterstützung gefordert oder gewünscht ist, wurde auf eine Verteilung der Aufwände intern/extern verzichtet.

Die wesentlichen Faktoren für eine erfolgreiche Transformation zu base4kids2 sind ein:

- Gut strukturiertes und durchdachtes Projekt-Vorgehen
- Optimaler Einsatz von Spezialisten und Know-how Trägern
- An Stakeholder ausgerichtetes Projekt-Marketing (Information & Kommunikation)
- Frühzeitige Verfügbarkeit von Funktionen (Teil-Funktionen)
- Risikoarme und zeitlich gestaffelte Migration/Rollout

9.1 Transformations-Roadmap base4kids2

Die Roadmap wurde anhand ähnlich gelagerter Projekte erstellt und auf die vorliegende Situation beim Schulamt der Stadt Bern angepasst. Diese zeitliche Aufstellung stellt eine Abschätzung dar, wie ein solches Projekt optimal durchgeführt werden kann.

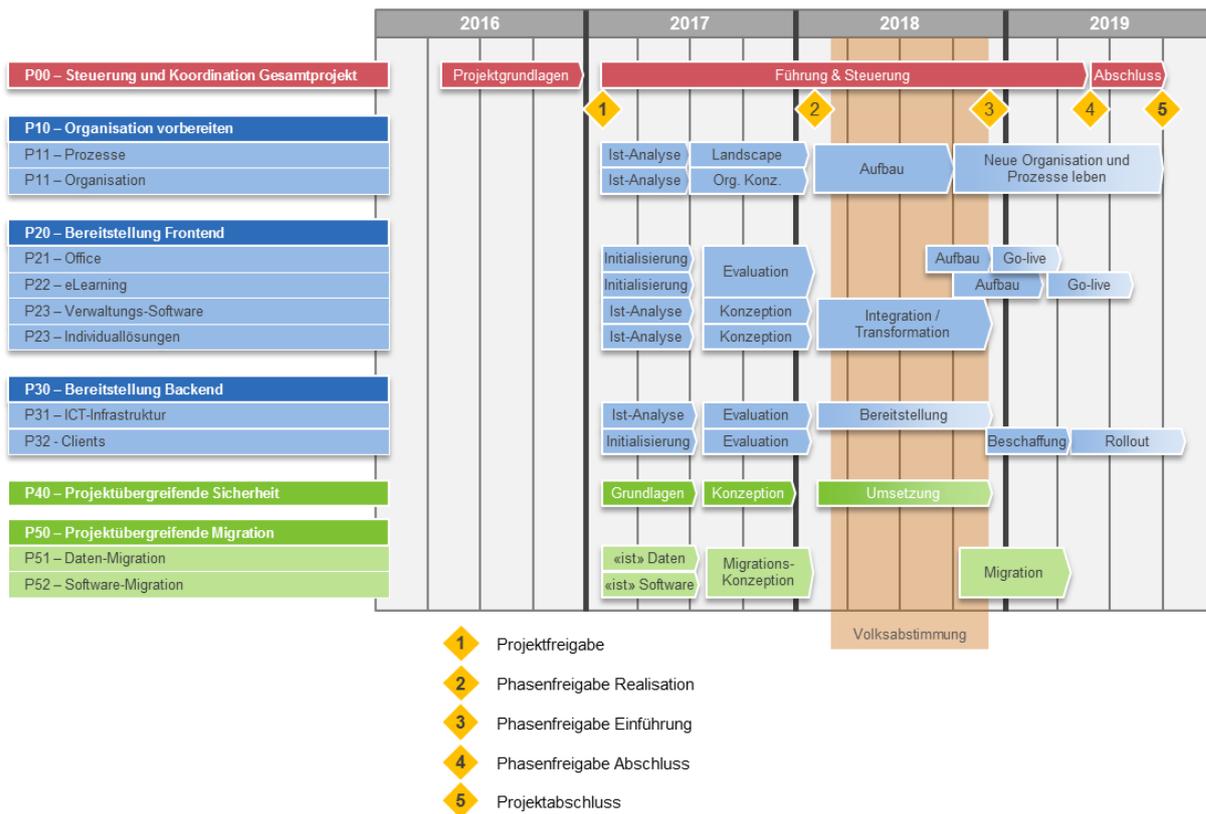
Allfällige verzögernde Faktoren wie einzuhaltende Fristen, Sitzungen von Entscheidungsgremien, Einsprachen sowie politische Findung wurden – soweit abschätzbar – mitberücksichtigt. Aufgrund der Höhe der Beschaffungs-Summe wird mit einer Volksabstimmung gerechnet, welche mit insgesamt 9 Monaten Durchlaufzeit veranschlagt wird.

Beim Aufbau der übergeordneten Projektphasen (Grundlagen/Initialisierung, Konzeption, Realisierung, Einführung) wurde die Projektmethodik «Hermes» verwendet.

Unter der Voraussetzung, dass ein Stadtratsentscheid für einen Projektierungskredit bis November 2016 vorliegt, sind die wesentlichen Meilensteine wie folgt:

- Projekt Grundlagen und Initialisierung: Anfang 2017
- Ist-Analyse, Konzeption/Evaluation: März 2017 – Anfang 2018
- Volksabstimmung für Realisierungsphase: März 2018 – Ende 2018
- Einführung / Migration / Rollout: Ende 2018 – Mitte 2019 (gestaffelt)
- Regulärer Betrieb: Ab Mitte 2019 (gestaffelt)
- Projektabschluss: September 2019

Abbildung 17: Roadmap Transformations-Projekt



Durch die unterschiedlichen Ausgangslagen an den Schulen sowie dem grossen Umfang des Rollouts, wird aktuell nicht mit einer zeitgleichen und gemeinsamen Einführung an allen Schulen geplant. Ein solches Vorgehen wäre auch aufgrund der Ressourcensituation beim Schulamt und bei den Informatikdiensten der Stadt Bern nicht realistisch. Die Einführung (Rollout) von base4kids2 soll von daher in mehreren Phasen/Wellen erfolgen.

An ausgewählten Schulen können Teile von base4kids2 vorab in Form eines «Pilotbetrieb» ausgerollt werden. Dies zwecks Risikominimierung durch zeitliche gestaffelte Einführung und auch, um gewisse Funktionen von base4kids2 frühzeitig den Endbenutzern zur Verfügung stellen zu können. Details dazu würden während der Projekt-Initialisierung geplant werden.

Der Projektabschluss bedeutet, dass die wesentlichen base4kids2 Strukturen aufgebaut wurden, um danach in den regulären Betrieb überzugehen. Dies sowohl um die Projektsteuerung und -leitung von ihren Aufgaben formal zu entlasten, als auch um die base4kids2 Plattform wie konzipiert den Endnutzern in den Schulen und Kindergärten zur Verfügung zu stellen. Insofern wird mit dem Milestone M05 der formale Abschluss des Projekts angeregt, was u.a. auch die Auflösung der Projektorganisation zur Folge hat.

9.1.1 Jährliche Kostenverteilung

Die folgende Abbildung zeigt die Verteilung der anfallenden Kosten über die nächsten 10 Jahre hinweg. Es gilt zu beachten, dass je weiter die Betrachtung in die Zukunft geht, die Unschärfe der Finanzwerte zunimmt. Während die Betrachtung der nächsten 5 Jahre noch als relativ valider Richtwert angesehen werden kann, ist die Approximation der Jahre 6-10 eher als gröbere Schätzung zu verstehen.

Wichtigste Stellschrauben der Kostenbetrachtung sind zum einen die Gerätedichte und Bepreisung der Geräte (ca. 30%) und zum anderen die Kostenpositionen der ID der Stadt Bern (ca. 40%). Allerdings fallen diese Kosten bereits heute teilweise an. Im Rahmen einer Mehrkostenbetrachtung gilt es, diese aktuell anfallenden Kosten von den Betriebskosten für

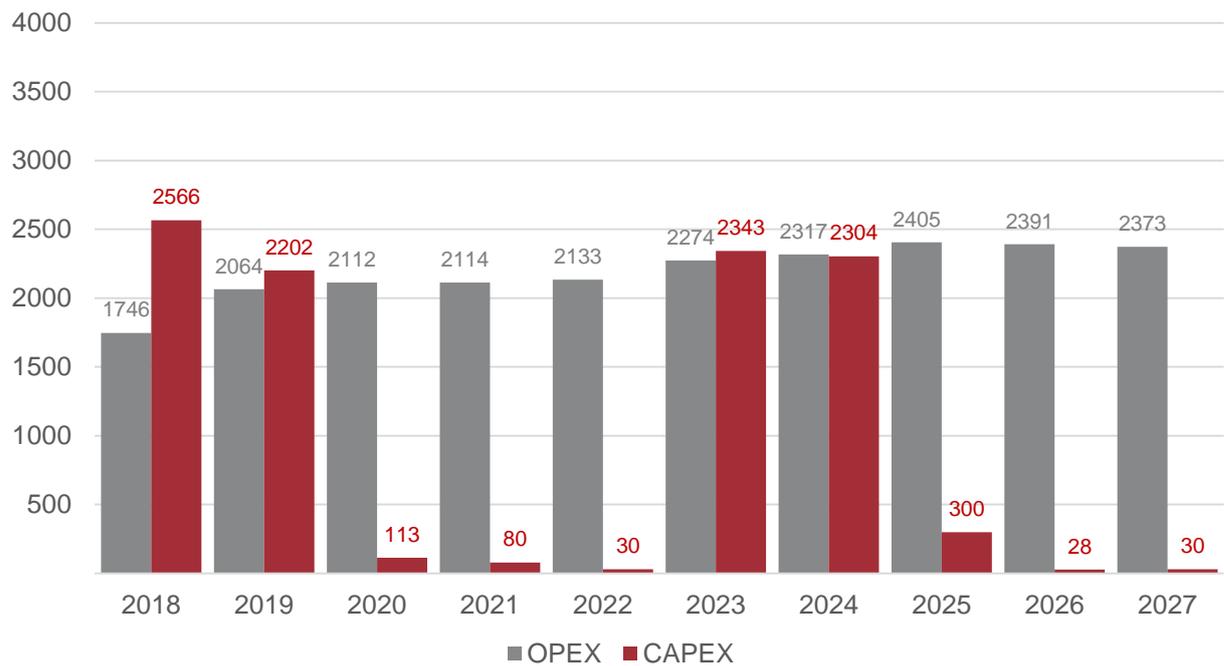
base4kids2 abzuziehen. Zudem ist anzumerken, dass base4kids2 generell eine performantere Plattform mit mehr Funktionen sein wird, als dies bei der aktuellen base4kids Plattform der Fall ist. Das erhöhte Mengengerüst sowie der grössere Funktionsumfang sind im Kontext eines Kostenvergleiches zwischen base4kids und base4kids2 zu berücksichtigen.

Wie bereits die Varianten Betrachtung, beruht auch die Kostenbetrachtung der nächsten 10 Jahre auf folgenden Annahmen:

- Entwicklung der Schülerzahl auf Basis der Prognosen des Schulamtes Bern
- Clientverteilung gemäss Vorgaben (vgl. Kapitel 8.3.1)
- 25 GB Speicher auf E-Learning-Plattform pro Benutzer
- Die Kosten für die Verkabelung der Gebäude sind ausgewiesen, aber nicht Teil der Kalkulation, da davon ausgegangen werden kann, dass ein Grossteil der Verkabelung bereits erneuert wurde
- Office 365 Online Version für Schüler (in Evaluation zu prüfen)
- Office 365 für Lehrer (in Evaluation zu prüfen)
- Mengengerüst für E-Learning-Plattform gemäss real möglicher 1:1 Ausstattung (alle Schülerinnen und Schüler (Zyklus 1, 2, und 3) sowie Lehrer haben einen Account)
- Infrastruktur WLAN in Kindergärten kalkuliert mit 4 Geräten pro Klasse (kein BYOD)
- Kostenstrukturen der ID der Stadt Bern für Anbindung ans IT-Netz der Stadt Bern
- Erhöhter Kostenfaktor von 1.1 durch Aufbau MDM sowie Hosting und Storage von base4kids2 bei den ID der Stadt Bern
- Preiskalkulationen gemäss durchschnittlicher Marktpreise (vgl. Kapitel 10)
- Mengenrabatt für Client- und Zubehörbeschaffung von 20%
- 4 Tranchen der Initialbeschaffung über 12 Monate ab Mitte 2018

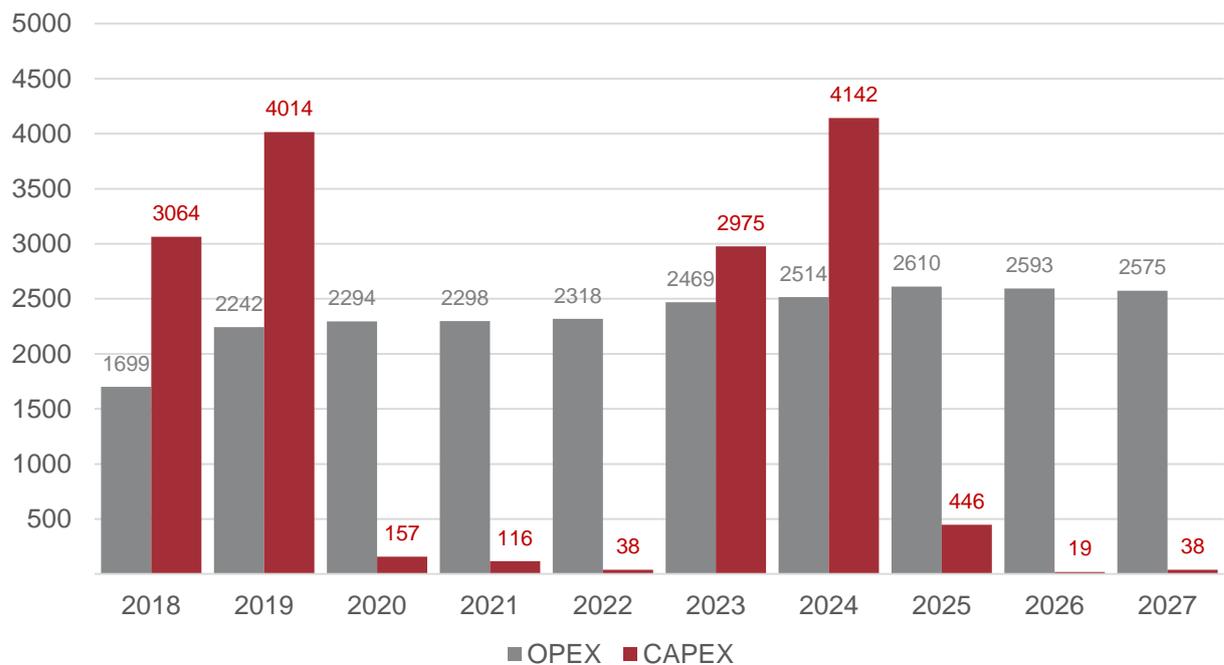
9.1.2 Konservatives Mengengerüst

Abbildung 18: Finanzbetrachtung (konservatives Mengengerüst) 10 Jahre in kCHF



9.1.3 Progressives Mengengerüst

Abbildung 19: Finanzbetrachtung (progressives Mengengerüst) 10 Jahre in kCHF



9.1.4 Konservatives Mengengerüst

Abbildung 20: Kostenverteilung über 10 Jahre (CAPEX) in CHF (konservativ)

		Phase 1		Phase 2			Phase 3				
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
CAPEX											
Projekt - nicht in TCO -	Aufbau des MDM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Projekt E-Learning	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Software	Initialaufbau E-Learning	103'003	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Initialaufbau Office	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Netzwerk	Switches	476'000	0	0	0	0	476'000	0	0	0	0
	WLAN AP	163'867	4'976	8'071	4'976	2'381	170'019	9'738	18'667	1'952	2'381
Kosten Clients		483'267	1'864'583	89'500	63'333	23'667	1'409'533	1'948'583	242'000	19'333	23'667
	Laptops	142'020	550'125	24'300	17'550	6'750	159'300	563'625	51'300	18'900	6'750
	Kombigeräte	232'333	892'917	50'000	31'667	13'333	1'053'667	952'917	160'000	-23'333	13'333
	Tablets	58'250	225'938	6'250	7'500	1'250	61'250	228'438	7'500	20'000	1'250
	BYOD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Transport + Aufbewahrung	50'663	195'604	8'950	6'617	2'333	135'317	203'604	23'200	3'767	2'333
Beschaffung Clients	Total	1'267	3'912	179	132	47	3'383	4'072	464	75	47
	Zyklus3	278	823	40	50	0	1'568	903	100	10	0
	Zyklus2	303	963	60	13	27	1'067	1'003	220	-57	27
	Zyklus1	291	904	25	30	5	306	914	30	80	5
	Lehrer	395	1'223	54	39	15	443	1'253	114	42	15
Summe CAPEX	Total	2'566'196	2'202'087	112'786	79'558	30'014	2'343'100	2'304'449	300'107	27'689	30'014

Abbildung 21: Kostenverteilung über 10 Jahre (OPEX) in CHF bei (konservativ)

		Phase 1		Phase 2			Phase 3				
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
OPEX											
Projekt - nicht in TCO -	Aufbau des MDM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Projekt E-Learning	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wartung und Support Hardware	Laptops	14'202	69'215	71'645	73'400	74'075	75'803	77'153	79'853	79'988	79'988
	Tablets	5'825	28'419	29'044	29'794	29'919	30'219	30'469	30'594	31'844	31'844
	Kombi	23'233	112'525	117'525	120'692	122'025	204'158	210'158	221'158	215'658	215'658
Netzwerk	Anschluss ans IT-Netz der Stadt Bern	454'464	465'696	481'248	492'480	496'800	510'624	519'264	536'544	537'408	537'408
	Servicegebühren und Wartung WAN	38'760	38'760	38'760	38'760	38'760	38'760	38'760	38'760	38'760	38'760
	Managing der Access Points	81'933	83'924	87'152	89'143	90'095	93'171	95'076	99'314	98'105	98'105
	Übergangsanbindung mit 4G	117'540	95'580	74'700	29'520	29'520	29'520	29'520	29'520	29'520	11'580
E-Learning-Plattform und Office	Hosting, Storage und Service (ID der Stadt Bern)	709'748	726'990	754'958	772'200	780'450	807'098	823'598	860'310	849'833	849'833
	Lizenzen Office	168'530	172'696	178'463	182'628	184'230	189'356	192'560	198'968	199'289	199'289
	Betrieb E-Learning	128'239	262'816	271'593	277'932	280'370	288'172	293'048	302'800	303'287	303'287
	Wartung E-Learning	3'600	7'200	7'200	7'200	7'200	7'200	7'200	7'200	7'200	7'200
Summe OPEX	Total	1'746'074	2'063'820	2'112'287	2'113'748	2'133'443	2'274'081	2'316'805	2'405'021	2'390'891	2'372'951

9.1.5 Progressives Mengengerüst

Abbildung 22: Kostenverteilung über 10 Jahre (CAPEX) in CHF (progressiv)

		Phase 1		Phase 2			Phase 3				
		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
CAPEX											
Projekt - nicht in TCO -	Aufbau des MDM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Projekt E-Learning	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Software	Initialaufbau E-Learning	0	103'003	0	0	0	0	0	0	0	0
	Initialaufbau Office	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Netzwerk	Switches	476'000	0	0	0	0	476'000	0	0	0	0
	WLAN AP	159'181	5'857	4'976	8'071	4'976	161'086	13'548	9'738	18'667	1'952
Kosten Clients		2'610'000	98'000	61'500	128'000	94'500	3'536'800	269'500	167'500	368'500	12'000
	Laptops	555'120	16'200	17'550	24'300	17'550	560'520	37'800	31'050	51'300	18'900
	Kombigeräte	1'560'000	70'000	30'000	85'000	60'000	2'396'000	200'000	110'000	275'000	-30'000
	Tablets	231'000	2'500	7'500	6'250	7'500	232'000	6'250	10'000	7'500	20'000
	BYOD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Transport + Aufbewahrung	263'880	9'300	6'450	12'450	9'450	348'280	25'450	16'450	34'700	3'100
Beschaffung Clients	Total	6'597	186	129	249	189	8'707	509	329	694	62
	Zyklus3	2'140	80	-20	80	100	2'140	180	60	140	60
	Zyklus2	1'760	60	80	90	20	3'850	220	160	410	-120
	Zyklus1	1'155	10	30	25	30	1'160	25	40	30	80
	Lehrer	1'542	36	39	54	39	1'557	84	69	114	42
Summe CAPEX	Total	5'038'326	222'670	77'441	157'236	115'541	4'913'981	326'313	205'203	446'157	19'222

Abbildung 23: Kostenverteilung über 10 Jahre (OPEX) in CHF bei (progressiv)

		Phase 1		Phase 2			Phase 3				
		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
OPEX											
Projekt - nicht in TCO -	Aufbau des MDM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Projekt E-Learning	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wartung und Support Hardware	Laptops	55'512	57'132	58'887	61'317	63'072	63'612	65'772	67'122	69'822	69'957
	Tablets	23'100	23'350	24'100	24'725	25'475	25'575	25'950	26'200	26'325	27'575
	Kombi	156'000	163'000	166'000	174'500	180'500	264'100	277'100	285'100	304'100	295'100
Netzwerk	Anschluss ans IT-Netz der Stadt Bern	444'096	454'464	465'696	481'248	492'480	496'800	510'624	519'264	536'544	537'408
	Servicegebühren und Wartung WAN	38'760	38'760	38'760	38'760	38'760	38'760	38'760	38'760	38'760	38'760
	Managing der Access Points	79'590	81'933	83'924	87'152	89'143	90'095	93'171	95'076	99'314	98'105
	Übergangsanbindung mit 4G	117'540	95'580	74'700	29'520	29'520	29'520	29'520	29'520	29'520	11'580
E-Learning-Plattform und Office	Hosting, Storage und Service (ID der Stadt Bern)	689'453	709'748	726'990	754'958	772'200	780'450	807'098	823'598	860'310	849'833
	Lizenzen Office	164'686	168'530	172'696	178'463	182'628	184'230	189'356	192'560	198'968	199'289
	Betrieb E-Learning	250'626	256'478	262'816	271'593	277'932	280'370	288'172	293'048	302'800	303'287
	Wartung E-Learning	7'200	7'200	7'200	7'200	7'200	7'200	7'200	7'200	7'200	7'200
Summe OPEX	Total	2'026'563	2'056'175	2'081'769	2'109'436	2'158'910	2'260'712	2'332'723	2'377'448	2'473'663	2'438'093

9.2 Transformations-Projekt base4kids2

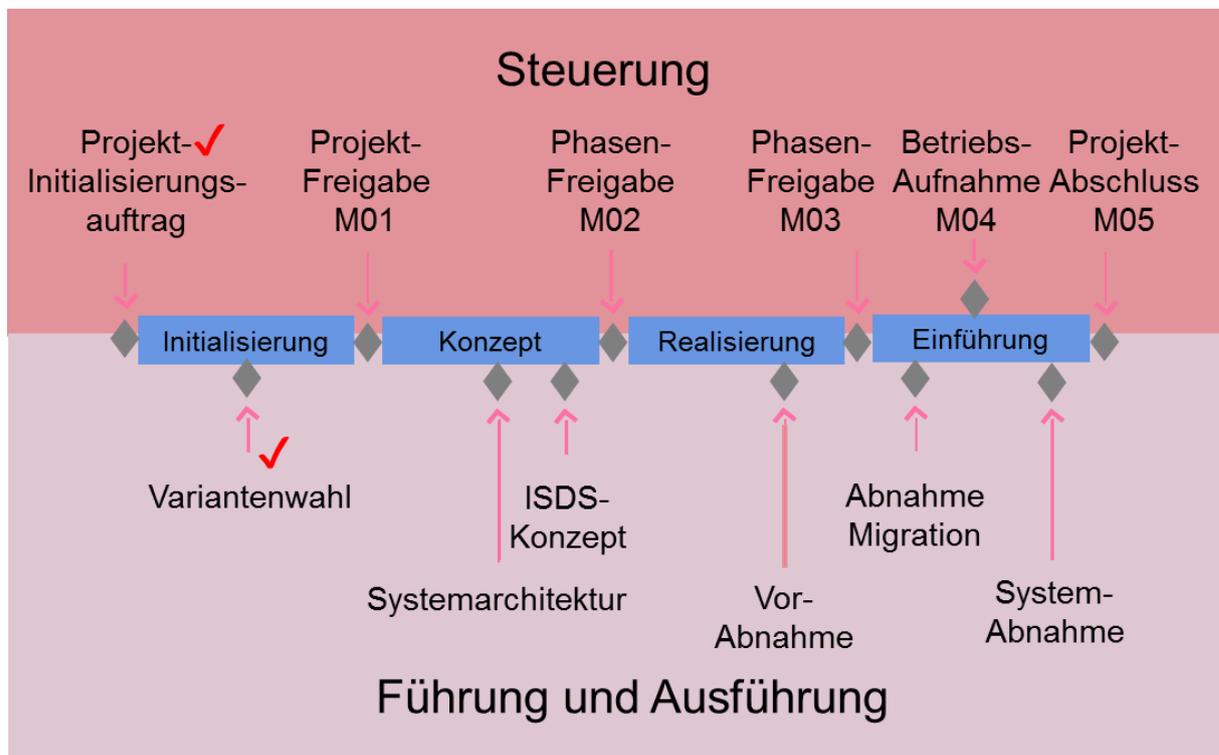
Der Umfang und der Impact eines solchen Transformations-Projekt auf die Schulen hat das Autorenteam dazu bewogen, eine umfangreiche Projekt-Struktur vorzusehen. Weiter wird davon ausgegangen, dass an der Umsetzung interessierte Lehrpersonen, bedingt durch die verbleibenden Unterrichtsverpflichtungen, nur mit einem kleinen Pensum an Projekt-Themen arbeiten können.

9.2.1 Programm-Setup und Phasen

Das Programm zur Transformation von base4kids2 wurde an die Projekt-Management Methode Hermes angelehnt und daher in vier Hauptphasen unterteilt: Initialisierung, Konzeption, Realisierung und Einführung. Zusätzlich ist in der nachfolgenden Graphik die Aufteilung in einen Steuerungsbereich und einen ausführenden Bereich ersichtlich.

Die vorliegende Studie ist dabei Bestandteil der Initialisierungsphase. Ebenso sind darin die wichtigsten Projekt-Milestones ersichtlich, welche für ein derartiges Vorhaben zielführend sind.

Abbildung 24: Programm zur Transformation



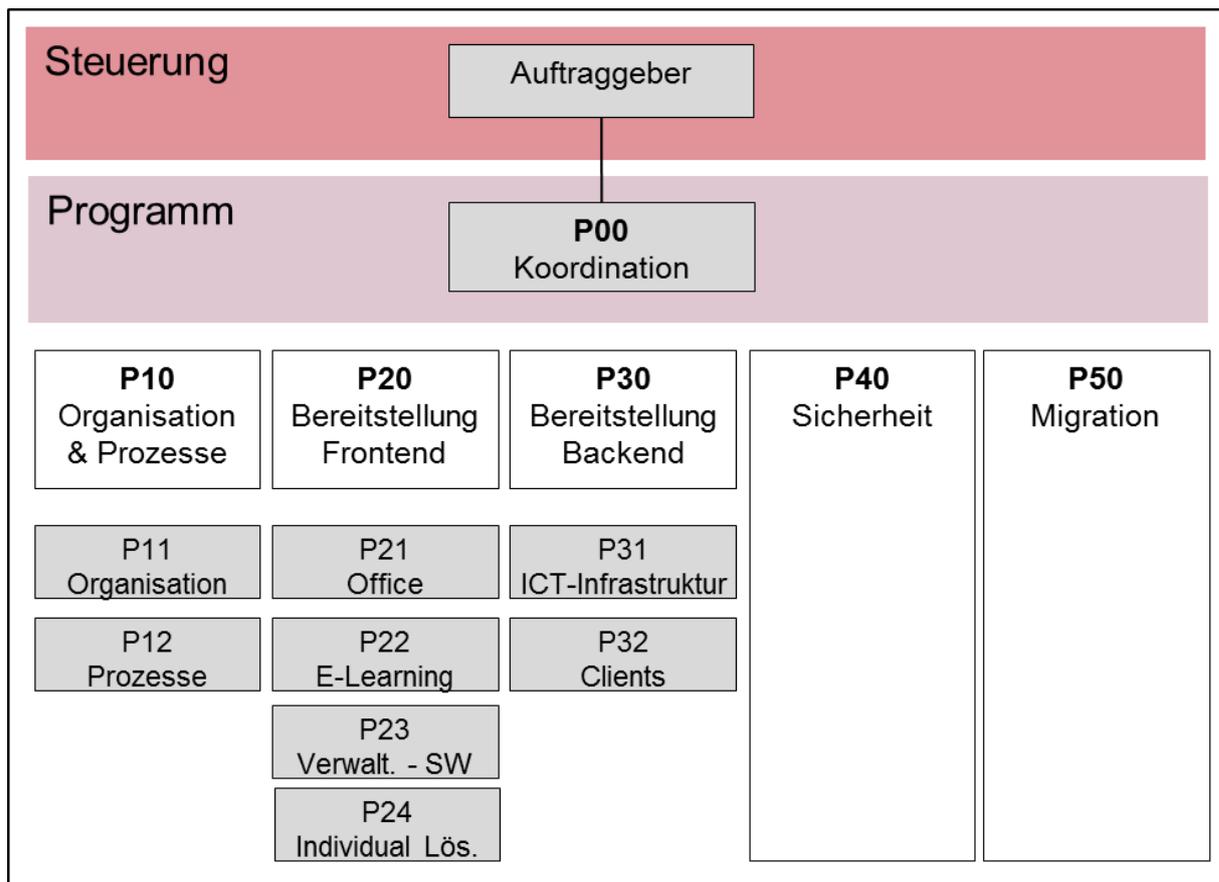
9.2.2 Programm-Struktur

Die Aufteilung der Projekte / Teilprojekt verlaufen, sofern sinnvoll, entlang den Themengebieten welche in der Studie bereits verwendet wurden.

- P00: Programm-Leitung (übergeordnet)
- P10: Organisation & Prozesse
- P20: Frontend: Office, E-Learning, Verwaltungs-Software, Individual-Lösungen
- P30: Backend: Backend-Infrastruktur, Netzwerk, Enduser-Clients
- P40: Security (projektübergreifend)
- P50: Migration (Daten & Services)

Die nachfolgende Graphik zeigt die vorgeschlagene Programm-Struktur im Überblick.

Abbildung 25: Grobstruktur Transformations-Projekt



9.2.3 Programm Management (P00)

Das Programm-Management steuert das gesamte Vorhaben übergreifend und stellt in Zusammenarbeit mit den Projektleitern sowie internen und externen Mitarbeitern die Projektziele sicher. Ein wesentlicher Erfolgsfaktor ist dabei die übergreifende Koordination der Teilprojekte in zeitlicher und inhaltlicher Hinsicht.

Wichtige Elemente im Programm-Management sind:

- Rapportierung Programm-Fortschritt an Auftraggeber (Qualität, Zeit, Kosten)
- Führung der Projektleiter / Projekte
- Kontrolle und Sicherstellung der Zielerreichung und Anforderungserfüllung
- Übergreifende Qualitätssicherung (gesamte Projektlaufzeit)
- Fortlaufendes Risikomanagement (Produkte & Prozesse)
- Kommunikation- und Stakeholder Management
- Projektmarketing in Zusammenarbeit mit Teilprojekten

Sollte es die Situation erfordern, kann das Programm-Management weitere übergreifende Rollen definieren und auch direkt führen. Dazu gehören unter anderem:

- Integrations-Management: Stellt die zeitliche und inhaltliche Koordination unter den Projekten sicher und übernimmt die übergeordnete Integration in die bestehende IT- und Service-Landschaft.

- Test-Management: Definiert die notwendigen Tests und Ressourcen zur Sicherstellung und Abnahme der Funktionen von base4kids2.
- Rollout-Management: Stellt den (reibungslosen) Übergang zwischen Projekt und Betriebsaufnahme sicher und stimmt sich zu diesem Zweck eng mit den Projekten ab.

9.2.4 Organisation & Prozesse (P10)

Dieses Projekt stellt die für die neue base4kids2 Plattform erforderlichen organisatorischen und prozesstechnischen Rahmenbedingungen sicher. Diese sind – neben technischen und pädagogischen Aspekten – für eine erfolgreiche Umsetzung ebenso relevant.

Wichtige Elemente sind in diesem Zusammenhang:

- Erarbeitung der neuen Geschäfts- und Betriebsorganisation
- Aufbau Service-Level Management (u.a. Service-Level Agreements)
- Aufbau Operations-Management (Betrieb base4kids2)
- Spezifikation der Einführungs- und Transitions-Organisation

9.2.5 Frontend (P20)

In diesem Teilprojekt werden diejenigen Services spezifiziert und entwickelt, welche den Endbenutzern zur Verfügung stehen (Lehrkörper & Schüler). Dies betrifft vor allem die nachfolgenden wesentlichen Elemente:

- Bereitstellung der Office-Lösung
- Bereitstellung Collaboration-Lösung (Datenablage, Kommunikation, etc.)
- Bereitstellung der e-Learning Plattform (Betrieb durch spezialisierten Dienstleister)
- Bereitstellung und/oder Integration der Software für die Verwaltung (Nutzung durch LehrerInnen)
- Konsolidierung und/oder Integration der bestehenden schulspezifischen Individual-Lösungen (z.B. Software für Blitzrechnen, ...)
- Notwendige Evaluationen für die Office- und e-Learning Plattformen

9.2.6 Backend (P30)

Dieses Teilprojekt spezifiziert und evaluiert die grundlegenden ICT-Services für das Projekt P20. Dazu gehören im Speziellen:

- Netzwerk: Hausverkabelung, WLAN, Anbindung (WAN), Internet-Anbindung
- Netzwerk-Services: Firewall, Intrusion-Detection/Prevention, Kinder-/Jugenschutz
- ICT-Infrastruktur: Storage-Services (Data)
- ICT-Infrastruktur: Compute-Services
- Mobile Device Management / Enterprise Mobile Management (mit ID-Bern)
- Software-Verteilung für Tablets und Laptops
- Evaluation und Beschaffung Client-Geräte (Laptop, Tablets, Kombigeräte)

9.2.7 Security (P40)

Das Teilprojekt Security passt die bestehenden Sicherheitsanforderungen programmübergreifend an die neue Situation von base4kids2 an. Dazu gehören insbesondere:

- Datensicherheit: Verfügbarkeit und Integrität von base4kids2 gemäss Vorgaben
- Spezifikation der Authentisierung, Autorisierung, Auditierung
- Governance: Klassifizierung und Handhabung von sensitiven Daten gemäss Vorgaben Datenschutz-Gesetz (z.B. personenbezogene Daten wie Zeugnisse, Gesundheit, Familie)
- Umsetzung gesetzliche Vorgaben bezüglich Jugendschutz (insb. bei Internet)

9.2.8 Migration (P50)

Das Teilprojekt Migration stellt eine sichere und möglichst unterbruchsfreie Transformation zur neuen base4kids2 Plattform sicher. Insbesondere soll dabei die Tatsache berücksichtigt werden, dass im Unterschied zur Einführung von base4kids nun bereits eine operativ im Einsatz stehende Plattform mit berücksichtigt werden muss.

Hauptziele des Teilprojekts sind daher die Daten- und Service-Migration, sowie die Unterstützung des gestaffelten Rollouts.

Bei der Datenmigration sind folgende Ziele wesentlich:

- Strukturierte und abgestimmte Vorgehensweise unter Berücksichtigung der gesetzlichen Vorgaben
- Sicherstellung einer umfassenden Ausgangslage der bestehenden Daten, Schnittstellen und Datenflüsse
- Kein Datenverlust bei der Migration (Konvertierung) der bestehenden Daten auf die neue Plattform
- Sicherstellung der Datenkonsistenz (keine unbemerkte Veränderung der Daten)

Die Software-Migration beinhaltet vor allem:

- Sicherstellung einer umfassenden Ausgangslage zum aktuell eingesetzten Software-Portfolio («current state»)
- Erarbeitung des künftigen Software-Portfolios mit Einbezug der neuen Office- und E-Learning-Plattform («future state»)
- Zeitliche, inhaltliche und organisatorische Planung der Transformation unter Berücksichtigung der Gegebenheiten beim Schulamt und den Informatik Diensten der Stadt Bern

10 Anhang

10.1 Nutzwertanalyse

Die folgende Nutzwertanalyse bewertet die erhobenen Anforderungen entlang ihres Erfüllungsgrades durch die aufgezeigten Varianten. Die Bewertung folgt dabei eine Skalierung von 1 bis 3, wobei 3 für erfüllt, 2 für teilweise erfüllt und 1 für nicht erfüllt steht.

Die jeweiligen Bewertungen werden anhand der Priorisierung der Anforderung gewichtet und unter Berücksichtigung der Gewichtung des jeweiligen Anforderungsclusters zu einer Durchschnittspunktzahl summiert. Die Priorisierung und Gewichtung wurde gemeinsam mit dem Projektteam erarbeitet und festgelegt. Die Bewertung von Priorität 1 ist 3 mal so hoch jene von Priorität 2, welche doppelt so hoch ist wie die Bewertung von Priorität 1.

Anforderungskriterien				V1 + N1		V2 + N1		V3 + N1	
				Cloud		On-Premise		Cloud "light"	
S1	E-Learning- und Kollaborations-Plattform	Priorität	Gewichtung in %	Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte
Gewichtung der Anforderungen			20						
2.1	Individueller, webbasierter Mailaccount pro Nutzer	1	5.77	3	0.2	3	0.2	3	0.2
2.2	Kalenderfunktion	1	5.77	3	0.2	3	0.2	3	0.2
2.3	Kollaborations-Funktionalitäten: Chat, Foren, Blog, Wiki, Gruppenarbeit, Infotextet Schul-Facebook etc.	1	5.77	3	0.2	3	0.2	3	0.2
2.4	Abonnieren von Inhalten (RSS-Feed oder Benachrichtigungen)	2	1.92	3	0.1	3	0.1	3	0.1
2.5	Möglichkeit der Einbindung verschiedener Medien wie Lernvideos, Podcasts, Lernsoftware etc. (Multimedialität)	1	5.77	3	0.2	3	0.2	3	0.2
2.6	Lehrgänge sind auf der E-Learning-Plattform abbildbar, zur Verfügung stellen zwischen Lehrern/Schulen ist möglich	2	1.92	3	0.1	3	0.1	3	0.1
2.7	Lernkontrolle (E-Assessment / E-Feedback (Lehrer – Schüler / Schule – Schüler und vica versa, Peer-Assessment) ist möglich	2	1.92	3	0.1	3	0.1	3	0.1
2.8	Bewertung von Schülern ist möglich (Bewertungsübersicht für Lehrkörper oder Einbindung eines bestehenden Dritt-Tools in die Plattform)	2	1.92	3	0.1	3	0.1	3	0.1
2.9	Media-Upload und Download direkt in E-Learning-Plattform (auch von Geräten ausserhalb des Schulnetzwerkes)	1	5.77	3	0.2	3	0.2	3	0.2
2.10	Einschreibungs-Plug-in (Anmeldefunktion mit Obergrenze)	2	1.92	3	0.1	3	0.1	3	0.1
2.11	User-Login Single Sign On (mit Integration von Applikationslogins online und offline) für alle Inhalte	1	5.77	3	0.2	3	0.2	3	0.2
2.12	Vergabe der Benutzerkonten aus Scolaris	1	5.77	3	0.2	3	0.2	3	0.2
2.13	App-Zugriff ohne Login auf Schul-tablets (unpersönlicher Nutzer)	1	5.77	3	0.2	3	0.2	3	0.2
2.14	Zentrale Rechteverwaltung	1	5.77	3	0.2	3	0.2	3	0.2
2.15	Keine lokale Softwareinstallation auf Clients	1	5.77	3	0.2	3	0.2	3	0.2
2.16	Enterprise Mobile Management	1	5.77	3	0.2	3	0.2	3	0.2
2.17	Basisdienste stehen zur Verfügung (Office, Audio- und Videobearbeitung etc.)	1	5.77	3	0.2	3	0.2	3	0.2
2.18	Speicherung individueller Daten aus Lernprogrammen (Arbeitsstand wird gespeichert und Übung kann wieder aufgenommen werden)	2	1.92	2	0.0	2	0.0	2	0.0
2.19	Mehrsprachigkeit für Fremdsprachenunterricht (min. DE, FR, IT, EN)	2	1.92	3	0.1	3	0.1	3	0.1

2.20	Hohe Usability des Front-Ends – identisches Look & Feel für alle Geräte	1	5.77	3	0.2	3	0.2	3	0.2
2.21	Individuelles Branding (Anpassungen am Design) möglich gemäss CIGD Schulamt Stadt Bern	2	1.92	2	0.0	2	0.0	2	0.0
2.22	Einfacher Zugriff über mobile Geräte (Responsive Design)	1	5.77	2	0.1	2	0.1	2	0.1
2.23	E-Learning-Plattform: Plug-in-fähige Architektur	2	1.92	3	0.1	3	0.1	3	0.1
2.24	Unterstützung von Standards (IMS-LTI, SCORM, HTML[1])	2	1.92	3	0.1	3	0.1	3	0.1
Summe Subkriterien			100		2.9		2.9		2.9
S2 Netzwerk & IT-Infrastruktur			Gewichtung in %	Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte
Gewichtung der Anforderungen			50						
3.1	Flächendeckender Enterprise-WLAN-Zugang in allen Gebäuden	1	10.00	3	0.3	3	0.3	3	0.3
3.2	Nahtloser Wechsel der WLAN-Accesspoints ohne Unterbrüche (Seamless Handover)	1	10.00	3	0.3	3	0.3	3	0.3
3.3	Hohe und ausbaubare Bandbreite: Datenspitzenbelastbarkeit bei gleichzeitiger Mediaspeicherung/Audio- u. Videodateien (Synchronisation und Priorisierung von Inhalten)	1	10.00	3	0.3	3	0.3	3	0.3
3.4	Geräte-unabhängige drahtlose Audio- und Videoverbindung zur Multi-Mediawiedergabe (Streaming)	1	10.00	3	0.3	3	0.3	3	0.3
3.5	Passwortgeschützter persönlicher WLAN-Zugang für alle Geräte (auch BYOD, Login via Benutzerkonto)	1	10.00	3	0.3	3	0.3	3	0.3
3.6	Keine sensiblen Daten im Ausland	1	10.00	3	0.3	3	0.3	3	0.3
3.7	Die Integrität der Daten ist sichergestellt	1	10.00	3	0.3	3	0.3	3	0.3
3.8	Maximal tolerierbarer Datenverlust: 24h.	1	10.00	3	0.3	3	0.3	3	0.3
3.9	Gegebene Disaster Tauglichkeit (Brand, Hochwasser etc.) Bei zentraler Datenablage: 24h	1	10.00	3	0.3	3	0.3	3	0.3
3.10	Hohe Verfügbarkeit des Systems. Maximal tolerierbare Service-Ausfallzeit für Incident ist 24h	1	10.00	3	0.3	3	0.3	3	0.3
Summe Subkriterien			100		3.0		3.0		3.0
S3 Geschäftsorganisation			Gewichtung in %	Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte
Gewichtung der Anforderungen			20						
3.1	Klare und geregelte Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten	1	33	3	1.0	3	1.0	3	1.0
3.2	Problem- und Kundenorientierter Support (bezogen auf schulische Anforderungen)	1	33	3	1.0	3	1.0	3	1.0
3.3	Rasche Problemlösung und Reaktion: max. 48h	1	33	2	0.7	2	0.7	2	0.7
Summe Subkriterien			100		2.7		2.7		2.7
S4 Abdeckung Trends (Investitionssicherheit)			Gewichtung in %	Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte
Gewichtung der Anforderungen			10						
4.1	Mobile Learning	1	10	3	0.3	3	0.3	3	0.3
4.2	Cloud Computing	1	10	3	0.3	3	0.3	3	0.3
4.3	One-to-One Computing	1	10	3	0.3	3	0.3	3	0.3
4.4	Ubiquitous learning	1	10	3	0.3	3	0.3	3	0.3
4.5	Gaming	1	10	3	0.3	3	0.3	3	0.3
4.6	Personalized Learning	1	10	3	0.3	3	0.3	3	0.3
4.7	Redefinition of Learning Spaces	1	10	3	0.3	3	0.3	3	0.3
4.8	Open Content	1	10	3	0.3	3	0.3	3	0.3
4.9	Smart Portfolio Assessment	1	10	2	0.2	2	0.2	2	0.2
4.10	Teacher Managers/Mentors	1	10	2	0.2	2	0.2	2	0.2
Summe Subkriterien			100		2.8		2.8		2.8
Summe Sollkriterien			100						
Gesamtsumme der Punktwerte					2.9	2.9	2.9		

10.2 Preisannahmen

Die nachfolgende Tabelle zeigt die der Kostenrechnung zugrundeliegenden Preisangaben. Die Preise basieren dabei auf recherchierten durchschnittlichen Marktpreisen.

Kostenparameter	Ø Marktpreis in CHF	Anmerkung
Konservatives Mengengerüst		
Verteilung der Geräte für Zyklus 1 im Verhältnis von 4:1	250.00	inkl. Kopfhörer + Kamera
Verteilung der Geräte für Zyklus 2 im Verhältnis von 2:1	400.00	inkl. Kopfhörer + Kamera
Verteilung der Geräte für Zyklus 3 im Verhältnis von 1:1	400.00	inkl. Hülle
Progressives Mengengerüst		
Verteilung der Geräte für Zyklus 1 im Verhältnis von 4:1	250.00	inkl. Kopfhörer + Kamera
Verteilung der Geräte für Zyklus 2 im Verhältnis von 1:1	400.00	inkl. Kopfhörer + Kamera
Verteilung der Geräte für Zyklus 3 im Verhältnis von 1:1	400.00	inkl. Hülle
Mengengerüstunabhängig		
Tastaturen für Clients der Zyklen 2 und 3	50.00	
Clientaufbewahrung und Transport	1000.00	1 Koffer pro 20 Clients
Wartung und Support	10%	in Prozent der Anschaffungskosten
Accesspoint für Managed Enterprise WLAN AP	1000.00	1 Accesspoint pro 42 Clients
Switch	3500.00	pro Schulhaus 1 Switch mit 96-128 Ports
Management der Accesspoints	400.00	pro Jahr
LTE Accesspoint	50.00	pro Monat und für 10 Clients
Office Bildungslizenz	85.00	Einmalig pro Nutzer
Lizenz Office 365 Lehrer	8.90	inkl. Bildungsrabatt
Lizenz Office 365 Onlineversion	0.00	
1m Glasfaserkabel	6.00	
Arbeitskosten Verkabelung	120.00	pro Stunde und Person
WAN Anschluss (1GB) pro Monat	19.00	pro Monat bei approximierten Bildungsrabatt gemäss Struktur SAI
Initialaufbau E-Learning-Plattform durch Spezialist	2160.00	im Jahr (pro 300 Benutzende) inkl. Installation
Betrieb E-Learning-Plattform durch Spezialist (Dedicated)	800.00	pro Monat (pro 300 Benutzende)
Betrieb E-Learning-Plattform durch Spezialist (Inhouse)	530.00	pro Monat (pro 300 Benutzende)
Wartung und Service E-Learning-Plattform	600.00	pro Monat
Hosting und Housing durch ID der Stadt Bern	75.00	pro Gerät
Anschluss an das IT-Netz der Stadt Bern	864.00	pro Schulklasse